

Fysikkolympiaden:

En stimulans for fysikkfaget i skolen?

Justyna Novak



Masteroppgave i fysikkdidaktikk

Fysisk institutt

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

31. mai 2010

Sammendrag

Fysikkolympiaden er en internasjonal fysikkkonkurranse rettet mot elever i tredje klasse i videregående skole. Olympiaden organiseres hvert år og den består av tre runder i Norge og en internasjonal finale. Fysikkolympiadens mål er å spre interesse for fysikkfaget, og på denne måten øke rekrutteringen. Første runde er derfor åpen for alle elever, og organisatorene vil at så mange elever som mulig deltar.

Lærere som har hatt med elever i Fysikkolympiaden fikk våren 2010 tilsendt spørreskjema for å kartlegge selve gjennomføringen av olympiaden, elevenes utbytte av den samt lærernes vurdering av oppgavene. Siden 2003 har resultatene fra første runde blitt lagret elektronisk slik at vi kan se hvilket svaralternativ hver enkelt elev har valgt på flervalgsoppgavene. Analysen av elevsvarene har dannet grunnlag for å få innsikt i elevenes forståelse og kunnskaper i fysikk.

Det er mye som tyder på at Fysikkolympiaden ikke er mye utnyttet i fysikkundervisningen, det foregår nesten ingen forberedelser til den, og de fleste lærere nyttiggjør seg ikke av olympiadens oppgaver i fysikktimene. Fysikkolympiaden representerer imidlertid et stort potensial i form av selve konkurransen som setter faget i fokus, i form av spennende oppgaver som kan brukes både diagnostisk og til differensiering, samt som utgangspunkt for diskusjoner.

Oppgavene i første runde av Fysikkolympiaden er mye vanskeligere enn oppgavene som elevene løser ellers. Dette fører til at noen elever får lav skår på Fysikkolympiaden, til tross for gode karakterer i fysikk. Derfor kan vi si at selv om olympiaden er veldig stimulerende for de flinke, kan den virke demotiverende for de mindre flinke elevene.

I beskrivelser av fysiske fenomener brukes mange representasjonsformer, som for eksempler grafer, konseptuelle beskrivelser og matematiske ligninger. Vi fant at dette skaper problemer også for fysikkolympiadeelevene og at elevene ikke fullt ut behersker overgangene mellom representasjonsformene. Fysikktolkningen av svaret på oppgaven, et svar som i utgangspunktet er gitt i form av en ligning eller et tall, er eksempel på en slik overgang mellom representasjonsformene hvor mange av elevene hadde problemer.

I flervalgsoppgaveanalysen kategoriserte vi oppgavene etter hvilken matematisk ferdighet oppgaven krever. Det er nesten oppsiktsvekkende hvor vanskelige enkle algebraiske transformasjoner viste seg til å være for elevene.

Abstract

The International Physics Olympiad (IPhO) is an international physics competition for secondary school students. The Olympiad is organized each year and it consists of three rounds in Norway and an international final. The goal of IPhO is to spread interest in physics, and thus increase recruitment. The first round is open to all students, and organizers want as many students as possible to participate.

The teachers whose students participated in the Physics Olympiad got, at spring of 2010, a questionnaire to map out implementation, teachers' views on the problems and the pupils benefit from the Olympiad. Since 2003, the results from the first round have been stored electronically. Because of that we can see which answers each student has selected at the multiple choice problems. The analyses of student answers have helped to gain insight into pupils' understanding and knowledge of physics.

There are many indications that the Physics Olympiad is not made good use of in physics teaching, there is almost no preparation for it, and most teachers do not employ Olympiad problems in their physics lessons. Physics Olympiad represents a huge potential in terms of the competition that puts the subject in focus, in terms of exciting problems that can be used both diagnostic and for differentiation, as well as a base for discussions.

The problems in the first round of the Physics Olympiad are much more difficult than the problems that students solve otherwise. As a result, some students have low scores on the Physics Olympiad, despite good grades in physics. Therefore we might say that although Olympiad is very stimulating for the good students, it may seem discouraging for the less skilled students.

While describing physical phenomena in physics multiple representations are used. Example of such representations can be graphs, conceptual descriptions and mathematical formulas. We found that this creates problems even for students participating in Physics Olympiad and that students do not fully master the transitions between different forms of representation. Physical interpretation of the answer to the problem, an answer which is given in form of an equation or a number, is an example of such a transition between the representation forms where the considerable number of students had difficulties.

While analyzing multiple choice problems, we categorized all problems according to the kind of mathematical skill that a given problem required. It's almost astonishing how difficult simple algebraic transformations turned out to be for the students.

Forord

Så langt jeg kan huske var jeg alltid interessert i hvordan den ikke-levende naturen virker. Hvor denne interessen nøyaktig stammer fra, er jeg ikke sikker på, men jeg vet i hvert fall at det var min far som holdt denne interessen ved like. Han stilte ofte litt uvante spørsmål, noe som fikk meg til å tenke på den fysiske verden. Jeg husker spesielt en hendelse fra tidlig barndom. Vi var hjemme og snakket om noe i forbindelse med et stort bokskap som sto foran oss. Så spurte faren min: ”tenk om alle bøkene plutselig ble til gull! Hva ville skje da?” Jeg svarte at vi ville blitt veldig rike! ”Ja” sa faren, ”men som første konsekvens ville hele bokskapet kollapse, fordi gull er mye tyngre enn papir”.

Det er flere å takke for at jeg har kommet i mål med denne oppgaven. For det første vil jeg rette en meget stor takk til min veileder Carl Angell for solide og konstruktive tilbakemeldinger, engasjert veiledning og tålmodighet. Takk også til biveileder Ellen K. Henriksen for omsorg og nyttige tilbakemeldinger, særlig i slutfasen.

For det andre vil jeg takke min mann og beste venn Vitek. Du gjorde det mulig for meg å ta dette femårige studium, hjalp meg med språket i mange av oppgavene underveis samt støttet meg mye, særlig i de krevende månedene når denne masteroppgaven ble skrevet.

Masterstudiet ville ikke være det samme uten Kjerstin Ims Østby, Øystein Guttersrud og Jørgen Sjaastad. Takk for artig og veldig uhøytidlig atmosfære på kontoret vårt.

Det er vanlig at man takker sin korrekturleser for jobben som vedkommende har gjort. I mitt tilfelle (som polsk) er denne takken mye mer omfattende. Jeg takker deg Kari for å ha jobbet deg gjennom min oppgave, og for at du for hver ny del av oppgaven hvor du rettet masse feil, tok med i e-posten at jeg skriver bra norsk!

Tusen takk også til alle lærere som svarte for spørreundersøkelsen min. Dere ga meg et materiale til å jobbe med samt masse verdifulle innspill.

Til slutt vil jeg takke mamma som aldri stoppet å tro at dette prosjektet kommer i mål.

Oslo, 31. mai 2010

Justyna Novak

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Forskningsspørsmål.....	1
1.1.1	Avgrensing.....	2
1.1.2	Disposisjon for oppgaven	2
2	Bakgrunn	4
2.1	Fysikkolympiaden	4
2.1.1	Den Internasjonale Fysikkolympiaden	4
2.1.2	Fysikkolympiaden i Norge	6
2.1.3	Målsettinger	8
2.2	Skolefysikken.....	9
2.2.1	Fysikk – et interessant og motiverende fag?.....	9
2.2.2	Fysikk – et vanskelig fag?	12
2.2.3	Fysikk – et fag som elevene vil velge?.....	14
2.2.4	Alternative forestillinger.....	15
3	Metode	17
3.1	Spørreundersøkelsen.....	17
3.1.1	Spørreskjema til lærere med elever som deltok i første runde av Fysikkolympiaden.....	17
3.1.2	Analyser av spørreundersøkelsen.....	19
3.2	Kategorisering av oppgaver	19
3.3	Elevsvar på oppgavene	20
4	Spørreskjema til lærerne	24
4.1	Resultater og diskusjon av lærernes svar	24
4.2	Oppsummering	32
5	Kategorisering av oppgaver	33
5.1	Kategorisering av oppgaver i TIMSS Advanced 2008.....	33
5.1.1	Den innholdsmessige dimensjonen	34
5.1.2	Den kognitive dimensjon.....	35
5.1.3	Matematisk dimensjon.....	35
5.2	Kategorisering av Fysikkolympiadens oppgaver	36
5.2.1	Innholdsdimensjon	36

5.2.2	Kognitiv dimensjon	37
5.2.3	Matematisk dimensjon.....	38
5.3	Kategorisering av oppgaver – resultater	38
5.3.1	Innholdsdimensjon	41
5.3.2	Kognitiv dimensjon	42
5.3.3	Matematisk dimensjon.....	43
5.4	Oppsummering	44
6	Analyse av elevsvar på oppgavene	46
6.1	Generelt om flervalgsoppgavene.....	46
6.2	Analyse av oppgaver fra kategorien <i>Manipulasjon, regneferdigheter og algebra</i>	52
6.3	Oppsummering	89
7	Oppsummering og konklusjon	91
7.1	Anbefalinger	94
7.2	Forslag til videre arbeid	95
	Litteraturliste	96
	Appendiks 1: Spørreskjema	98
	Appendiks 2: E-post til lærere	100
	Appendiks 3 Krysstabell for oppgave 4 fra 2004.....	101
	Appendiks 4 Krysstabell mellom oppgave 1 og oppgave 5 fra 2004.....	102
	Appendiks 5 Krysstabell for oppgave 8 fra 2007.....	103

1 Innledning

Fysikkolympiaden arrangeres årlig, og den består av tre konkurranser i Norge og en internasjonal finale. Olympiaden er åpen for alle, men de aller fleste deltagerne er fysikkelever som går i tredje klasse i videregående skole. Målet er å stimulere skoleelever med interesse for realfag generelt og fysikk spesielt til å forsette arbeidet med fagene. Til nå er det ikke gjort flere norske undersøkelser om olympiaden enn én undersøkelse om hvilke fag- eller yrkesutdanninger finaledeltagerne i Abelkonkurransen og Fysikk- og Kjemiolympiaden velger etter fullført videregående skole (Guttersrud & Angell, 2002). Det er rundt 100 skoler med over 800 elever som deltar årlig i første runde av Fysikkolympiaden og arrangementet får driftsmidler fra både Norges forskingsråd og Kunnskapsdepartementet. Det er derfor ønskelig å undersøke hvordan olympiaden foregår og om den faktisk kan inspirere elever til å arbeide med fysikk. Fra flere hold kommer det signaler om at landet er i rekrutteringskrise i forhold til naturfagene. Det er derfor interessant å undersøke om Fysikkolympiaden kan være en motiverende faktor for elevene og på denne måten hjelpe med å fremme rekrutteringen til realfaglige studier.

1.1 Forskningsspørsmål

Forskningsspørsmålet i denne masteroppgaven er tredelt, fordi oppgaven skal belyse forskjellige sider av Fysikkolympiaden. For det første vil den undersøke hvordan konkurransen er gjennomført på skolene og hvordan olympiaden blir brukt i undervisningen. For det andre vil den se på hva slags effekt olympiaden har på elevene, og for det tredje vil oppgaven prøve å si noe om hvordan elevene tenker når de løser oppgavene.

Mer presist skal følgende spørsmål undersøkes:

1. Hvordan utnytter fysikklærerne Fysikkolympiaden i sin fysikkundervisning og hvordan er olympiaden organisert på skolene?
2. Hvilken effekt kan Fysikkolympiaden ha for å stimulere og motivere for fysikkfaget?
3. Hva kan en analyse av flervalgsoppgaver i Fysikkolympiaden si oss om olympiadedeltagernes forståelse og kunnskaper i fysikk?

Metodene vil for det første være å analysere svarene på et enkelt spørreskjema sendt til lærerne som hadde elever med i første runde av fysikkolympiaden høsten 2009, og for det andre å kategorisere og analysere et utvalg av flervalgsoppgavene gitt i første runde fra 2003 til 2009.

1.1.1 Avgrensing

Denne masteroppgaven vil konsentrere seg om første runde av Fysikkolympiaden fra 2003 til 2009. Når det gjelder oppgaveanalysen vil det bare bli analysert flervalgsoppgaver fra denne perioden. Grunnen til at vi begynner med oppgaveanalysene fra år 2003 er at vi ikke disponerer data om hvilke svaralternativer elevene valgte på flervalgsoppgavene før dette året. Først i 2003 ble lærerne som rettet uttaksprøvene til første runde bedt om å oppgi svaralternativene som elevene krysset av på. Når det gjelder åpne oppgaver fra første runde av olympiaden, har vi bare antall poeng elevene fikk for hver oppgave. Det er for lite for å gjøre særlig omfattende analyser.

Tar man en rask kikk på listene over finalister av Fysikkolympiaden gjennom noen år, ser man at guttenavn er enten eneste navn man finner, eller at de er i desidert flertall blant finalistene. Det er også flere undersøkelser som viser at det er store forskjeller mellom hvor mange jenter og gutter som velger programfaget fysikk i videregående skole, og at der er flere menn enn kvinner som studerer fysikk og realfag. Kjønnsperspektivet er derimot ikke tatt opp her, hovedsakelig på grunn av tidsavgrensningen til denne ett semester lange masteroppgaven.

1.1.2 Disposisjon for oppgaven

Masteroppgaven består av syv kapitler. De seks neste kapitlene handler om følgende:

- Kapittel 2 presenterer kort historisk og organisatorisk Den Internasjonale Fysikkolympiaden og det norske uttaket. Videre blir noen aspekter ved skolefysikken gjennomgått. Det gjelder vanskegrad og rekruttering, samt litt om motivasjon, både som teori og i form av undersøkelsesresultater.
- Kapittel 3 beskriver metoder brukt i masteroppgaven.
- Kapittel 4 samler resultatene fra Spørreundersøkelsen til lærerne, hvor vi konsentrerer oss om olympiadens organisering og elevenes motivasjon.

- Kapittel 5 tar seg av kategorisering av flervalgsoppgavene. TIMSS Advanced tjener som utgangspunkt for valg av dimensjoner og kategorier.
- Kapittel 6 er størst av alle kapitlene og det presenterer analyser av enkelte oppgaver, samt retter et blikk mot oppgavene som helhet.
- Kapittel 7 oppsummerer masteroppgaven og svarer på problemstillingene.

2 Bakgrunn

I dette kapitlet skal jeg først presentere en kort historisk gjennomgang av Fysikkolympiaden og måten den er organisert på, både i Norge og internasjonalt. Jeg gjør dette for å introdusere leseren til olympiadens tematikk. Videre i kapitlet vil jeg presentere litt teori som er nødvendig for å besvare problemstillingene, noe som blir gjort i senere kapitler.

2.1 Fysikkolympiaden

2.1.1 Den Internasjonale Fysikkolympiaden

Den Internasjonale Fysikkolympiaden (International Physics Olympiad - IPhO) er en årlig internasjonal konkurranse i fysikk for elever fra videregående skoler. Den første olympiaden ble arrangert i Warszawa (Polen) i 1967 og hadde deltagere fra bare tre land: Polen, Tsjekkoslovakia og Ungarn. Hvert land sendte lag bestående av tre elever og én leder/lærer. Elevene brukte én dag på å løse teoretiske oppgaver og én på en eksperimentell oppgave. Mens teamene ventet på resultatene ble det organisert turer til andre byer i Polen. Sannsynligvis var disse turene vellykket, siden vertslandene ved de aller fleste olympiader legger opp til et kulturelt program for deltagere, ofte nettopp med turer til andre byer hvor landenes severdigheter ligger.

Fysikkolympiaden fikk sin inspirasjon fra den vellykkede Internasjonale Matematikkolympiaden (International Mathematical Olympiad, i Norge organisert som Niels Henrik Abels matematikkonkurranse), som var avholdt årlig siden 1959. Til forskjell fra Matematikkolympiaden løser deltagerne i Fysikkolympiaden i tillegg til teoretiske oppgaver også eksperimentelle oppgaver. Dette gjør at organisering er både mer krevende og mer kostbar.

Allerede før den andre olympiaden ble avholdt i Budapest (Ungarn) ble det laget en foreløpig versjon av vedtekter og pensum. Forut for den tredje olympiaden ble vedtektene godtatt av olympiadens Internasjonale Styre. Selv om det er blitt gjort mange forandringer senere, er det essensielle i vedtektene uforandret frem til dags dato. Forandringene hadde med antall oppgaver å gjøre, samt at ble det etablert et Sekretariat med president og sekretær. I 1999 ble vedtektene delt inn i to deler, Statutes og Regulations. Statutes kan man kalle for olympiadens

grunnlov, mens Regulations er mindre viktige regler som forandres etter behov. Internasjonalt styre (International Board) består av to ledere fra hvert deltagende land og er olympiadens høyeste og bestemmende organ. Mange ledere er med i olympiaden hvert år, og derfor består Internasjonalt Styre av personer som kjenner hverandre ganske godt.

Antall elever og veiledere i hvert team varierte fram til den femte olympiaden. Etter denne har hvert team bestått av fem elever og maksimum to ledere (delegasjonsledere). Ledere må være fysikere eller fysikklærere med nok kompetanse til å løse olympiadens oppgaver, og de må kunne engelsk.

For hvert år økte antallet deltagende land. Da den sjette olympiaden ble hold i Bucuresti (Romania) i 1972, deltok for første gang et ikke-europeisk land (Cuba) og et land utenom Øst-Blokken (Frankrike). I 1973 var det ingen olympiade fordi ingen land var villig å organisere den, til tross for at antallet land som ønsket å delta var stort.

Utdanningsministre fra sosialistiske land prøvde i 1977 å etablere internasjonale realfagolympiader for elever fra bare sosialistiske land. Dette forsøket ble tolket politisk, som et forsøk på å redusere kontakter mellom vest og øst. Et annet aspekt var at med økende antall deltagende land økte organisasjonskostnadene, og noen mente at beslutningen var en implisitt invitasjon til vestlige land om å overta organiseringen av fremtidige olympiader. Alt dette resulterte i at olympiaden ikke ble organisert verken i 1978 eller i 1980. I 1982 organiserte Vest-Tyskland konkurransen, og ble med dette det første ikke-sosialistiske vertslandet.

Landet som organiserer olympiaden skal invitere team fra alle land som har deltatt i løpet av de tre siste årene, og vertslandet har også rett til å invitere team fra andre land. Ingen land kan ekskluderes av politiske grunner eller mangel på diplomatiske kontakter. Olympiaden skal bidra til å bygge kontakter og fremme framtidig samarbeid og vennskap i vitenskapelig felleskap. Derfor er det forbudt med all politisk aktivitet rettet mot individer og land.

Olympiadens pensum ble omorganisert i 1986, og siden dette er bare mindre justeringer blitt gjort. Pensum er delt inn i følgende emner: mekanikk med hydromekanikk, termodynamikk og molekylær fysikk, oscillasjoner og bølger, elektrisk ladning og elektrisk felt, strøm og magnetisk felt, elektromagnetiske bølger, kvantefysikk, relativitet og materialfysikk. Pensumet skal reflektere både bredde av fysisk innhold og dybde av nødvendige

tilnærminger. Olympiadens pensum har som mål å spenne over både klassisk og moderne fysikk.

Olympiadens oppgaver er laget av vertslandet, og de godtas av det Internasjonale Styret. Oppgavene er på blant annet engelsk, og det er lederne som oversetter dem til sine respektive språk. På olympiaden løser elevene først tre teoretiske oppgaver. Til dette har de fem timer til disposisjon. Etter minst en dags pause løser de én eller to eksperimentelle oppgaver, og også da har de fem timer på seg. Den teoretiske delen utgjør 60 % og den eksperimentelle 40 % av den totale poengsummen. 8 % av de som skårer best får Gullmedalje, i alt 50 % får enten Gull-, Sølv- eller Bronsemedalje. Fysikkolympiaden er en konkurranse på individuelt nivå, derfor finnes det ikke noen form for teamvurdering, og det gis heller ikke noen pris til teamene.

Norge deltok i Fysikkolympiaden for første gang i 1984, og har siden da deltatt hvert år. I 1996 ble den 27. Fysikkolympiaden organisert i Oslo, og det deltok delegasjoner fra 55 land, med i alt 258 elever og 106 ledere. Åpningsseremonien fant sted i Oslo Rådhus. Det ble organisert turer til Lillehammer og Tusenfryd, samt mye sightseeing i Oslo og en båttur på Oslofjorden. Arrangementet ble avsluttet med en seremoni i Universitetets Aula, hvor medaljene ble delt ut. Deltagerne fikk også være med på noen fysikkforedrag, blant annet med den norske Nobelprisvinneren Ivar Giæver.

Dette delkapittelet tok som utgangspunkt informasjon fra IPhO sin hjemmeside (IPhO, 2009). Der kan man finne blant annet Statutes, Regulations og pensum i sine fullstendige former.

2.1.2 Fysikkolympiaden i Norge

Fysikkolympiaden i Norge består av tre runder. Første runde er åpen for alle interesserte, men oppgavene er laget med tanke på elever som går i tredje klasse i videregående skole. Det er skolene som gjennomfører uttaksprøvene. Uttaksprøvene varer i 90 minutter, og spenner tematisk over nesten alle emner som er gjennomgått i Fysikk 1 og 2. Det er opp til hver enkelt skole om man vil gjennomføre olympiaden eller ikke. Oppgavene, derimot, er laget av en komité, og er de samme for alle elever. Gjennomføringsperioden for første runde er to uker i tidsrommet ultimo oktober - primo november. Skolene velger selv avviklingsdato i den angitte perioden, og det er fysikklærer(e) lokalt som retter prøvene. Om lag 60 til 70 elever med beste resultater blir invitert til å delta i olympiadens andre runde.

Andre runde av Fysikkolympiaden gjennomføres også lokalt, men den avholdes på samme dato i hele landet, vanligvis i begynnelsen av februar. Skolene sender elevbesvarelsene til olympiadens komité, og det er komiteen som retter prøvene. Mellom 15 og 20 elever med beste skår blir invitert til deltagelse i tredje runde.

Tredje runde innledes av et fem dagers forberedende kurs på Universitetet i Oslo. Under oppholdet i Oslo bor alle elevene på samme hotell, noe som bidrar til etablering av sosial kontakt mellom deltagerne. De fire første dagene av kurset består av flere timer daglig med forelesninger og oppgaveregning, hvor man gjennomgår en rekke temaer som ikke er med i norsk skolefysikk, som for eksempel rotasjonsmekanikk og nye temaer innenfor elektromagnetisme. Kurset har et høyt tempo og er faglig utfordrende. I tillegg til det rent faglige, inneholder kurset mye populærvitenskapelig stoff. Deltagelsen i forberedelseskursene er upåklagelig. Det har ikke hendt før i 2010 at en elev som ble tilbudt plass, takket nei. Tilbakemeldingene fra deltagerne på kurset viser at elevene har hatt stor nytte av kurset. En elev ga følgende tilbakemelding:

Opplegget var super! Jeg har aldri lært så mye på en uke som jeg gjorde hos dere, samtidig synes jeg alt var interessant og da blir alt mye gøyere og enklere. Det var imidlertid et helt vilt tempo, men synes det gikk greit når vi fikk fordøyd det på hotellet! Ellers synes jeg de sosiale arrangementene var veldig, veldig positive. Her får man sjansen til å bli kjent med folk som har de samme interessene som deg selv, og får diskutert med dem i stedet for å sitte helt alene med oppgavene.

På kursets siste dag har elevene en to timer lang norsk finale. Kåring av vinnere avslutter oppholdet på universitetet. De fem beste deltagerne blir invitert til å reise til den internasjonale finalen, som vanligvis arrangeres i juli.

Fysikkolympiaden i Norge er organisert av Norsk fysikklærerforening, som er en faggruppe i Norsk Fysisk Selskap. Carl Angell ved Skolelaboratoriet ved Universitetet i Oslo tar seg for tiden av administreringsarbeidet. Fysikkolympiaden trenger penger for å betale reise og opphold i forbindelse med den internasjonale finalen. Pengene kommer både fra Norges forskningsråd og fra Kunnskapsdepartementet. Universitetet i Oslo yter også en betydelig del, særlig ved å gjennomføre forberedelseskurset. Ordinert arbeid utføres av en komité, hvor medlemmene bidrar uten godtgjørelse.

2.1.3 Målsettinger

Den Internasjonale Fysikkolympiaden og den norske uttakskonkurransen har ulike målsettinger. Målsettingen til Den Internasjonale Fysikkolympiaden er å fremme *“the development of international contacts in the field of school education in physics”* (IPhO, 2009). Ifølge Guttersrud og Angell (2002) er målet til de nasjonale uttakskonkurransene i fysikk, kjemi og matematikk *”å stimulere skoleelever med interesse for realfag til å fortsette arbeidet med fagene”* (ibid, s. 1). Samme formulering finner vi i brevet som er sent til rektorer ved videregående skoler og som er gjengitt på nettsiden til den norske Fysikkolympiaden (Skolelaboratoriet, 2010).

Verken nettsidene til den internasjonale eller til den norske Fysikkolympiaden har mer informasjon om olympiadens mål enn det som er nevnt ovenfor. Jeg mener at det kunne være en fordel hvis målsetninger blir eksplisitt formulert og samlet i et dokument. Følgende avsnitt er et forsøk på å utdype de to ovenfor nevnte målene og andre implisitte mål av Fysikkolympiaden.

Fysikkolympiadens mål er å spre interesse for fysikkfaget, og på denne måten øke rekrutteringen. Oppgavene i første runde er noe annerledes enn oppgaver elevene løser ellers, noe som kan bidra til at elevene vil se fysikk fra en annen vinkel enn de er vant til, og det nye ansiktet av faget kan bidra til å skape motivasjon for faget. Skolene oppfordres derfor til å fremme olympiaden, slik at så mange fysikkelever som mulig deltar i første runde.

Fysikkolympiaden har også som mål å oppmuntre elever som utmerker seg i fysikk til å fortsette arbeidet med faget. Tredje runde av Fysikkolympiaden er innledet av en ukes forberedende kurs. Dette skaper en arena for sosialt samvær med jevnaldrende med like interesser, noe som kan gi inspirasjon og bidra til å bygge nettverk. Blanding av faglig påfyll og sosialt samvær hjelper til å skape et bilde av vitenskap som prosess drevet av menneskelig samarbeid. Dette kan oppmuntre elever til å jobbe mer med fysikk, et fag som de forhåpentligvis kommer til å like enda mer enn før.

Kåringen av en vinner gjennom faglig konkurranse er et annet mål for Fysikkolympiaden. Konkurranse med jevnaldrene kan bidra til å stimulere interesse for faget, fordi den viser at det er *”lov”* å være god i fysikk, og at det er gøy å være god. Konkurransen utpeker et team av fem vinnere som reiser til den internasjonale finalen, hvor de treffer unge fysikere fra opp til 90 land, konkurrerer med dem og blir kjent med dem gjennom mange sosiale arrangementer.

Slike opplevelser bidrar til å knytte bånd finalistene imellom og samtidig mellom hver enkelt og naturvitenskapen. Forskingen viser at så godt som alle finalistene studerer videre, og de fleste studerer realfag (Guttersrud & Angell, 2002). I tillegg er den internasjonale finalen en arena hvor delegasjonsledere fra mange land møtes. Disse lederne, som er lærere og/eller jobber med skolefysikken, har flere sammenkomster i løpet av hver finale, noe som kan bidra til bygging av internasjonale kontakter og utveksling av erfaringer.

2.2 Skolefysikken

Fysikk er både en vitenskapsdisiplin og et skolefag. Som disiplin kan fysikk studeres på universiteter, og der foregår mye av forskning i fagfeltet. Skolefysikken omfatter programfagene Fysikk 1 og 2 samt en del av naturfagpensum både i grunnskole og i videregående skole. Skolefysikken er også et forskningsfelt for fysikkdiraktikere som interesserer seg for hvordan undervisningen i faget foregår og hvordan elevene lærer. Nettopp fordi det forskes på skolefysikken er det mye informasjon tilgjengelig om hvordan elever opplever fysikk, om de er motiverte til å lære faget og om de har lyst til å velge fysikk som sin videre utdanning. Annen forskning belyser problemer som elever møter i sitt studium av fysikk, analyserer deres forståelse og prøver å finne ut når forståelsen bryter sammen.

For å belyse forskningsspørsmålene og spesielt hvordan Fysikkolympiaden kan motivere elever for fysikkfaget og hva den sier om deltagernes forståelse og kunnskaper i fysikk, vil jeg først presentere litt teori og noen resultater fra tidligere undersøkelser som er relevante for disse forskningsspørsmålene. Jeg vil konsentrere meg hovedsakelig om temaer som motivasjon for faget, fagets vanskelighet og rekruttering til faget. Til slutt vil jeg gi en kort beskrivelse av alternative forestillinger, et tema som er nært knyttet til forståelsen i fysikk.

2.2.1 Fysikk – et interessant og motiverende fag?

Motivasjon kan defineres som drivkraft for aktivitet hos den enkelte og noe som holder denne aktiviteten ved like og gir den mening. Motivasjon deles gjerne i indre og ytre motivasjon (Ryan & Deci, 2000). Det sistnevnte gjør at aktivitet, som i skolesammenheng er nært knyttet til læring, holdes ved like for å oppnå en belønning som ikke er direkte knyttet til selve aktiviteten. Å velge fysikk for å komme på medisinstudiet er et eksempel på ytre motivasjon. Indre motivasjon, derimot, har med interesse for selve aktiviteten eller handlingen å gjøre. Å

være selvmotivert eller saksmotivert er nært beslektede begreper. Aktiviteten holdes vedlike ut fra indre krefter – interesse for saken, for læring av lærestoffet. Når elever leser fysikk fordi det er ”gøy” har vi med indre motivasjon å gjøre (Imsen, 2005). Når man sier at noen er motivert, menes det ofte at denne person drives av indre motivasjon.

Imsen (2005) viser til at flere motivasjonsteorier forklarer menneskelige gjerninger ut fra de grunnleggende behov som ligger bak. Maslows behovshierarki er en av de oftest brukte behovsteorier i pedagogisk kontekst. I følge denne teorien kommer behovet for mestring etter at trygghets- og sikkerhetsbehov er tilfredsstilt. Dette innebærer at eleven ikke vil søke etter mestring i faget, hvis frykten for å ikke lykkes med skolearbeidet, eller for noe annet, er dominerende. Prestasjonsmotivasjon er ”trangen vi har til å utføre noe som er bra i forhold til en eller en annen kvalitetsstandard” (Imsen, 2005, s. 392) og bygges på mestringsbehovet, og tilhører indre motivasjon. Prestasjonsmotivasjon har to hovedkomponenter som drar i hver sin retning, den ene er lysten til å gå løs på oppgaven, og den andre er angsten for å mislykkes. Den overveiende komponenten avgjør om eleven vil være motivert for å jobbe med oppgaven eller heller unngå å arbeide. Generelt er elever tent på å mestre når de ser at det er mulig å lykkes, det vil si at oppgaven ikke er for vanskelig. Samtidig virker altfor lette oppgaver motivasjonshemmende. Ryan og Deci (2000) utdyper dette ved å si at man kan forsterke den indre motivasjon hos elever ved å gi passende utfordringer og oppmuntrende tilbakemeldinger. Samtidig virker negative ytelseskommentarer ikke bare motivasjonshemmende men også nedverdiggende.

Imsen (2005) viser til at elever som har opplevd flere nederlag i skolearbeidet vil forvente å mislykkes i neste omgang også, og det viser seg at opplevelse av nederlag er verst når en mislykkes med middels vanskelige oppgaver. Det er ikke noe problem å mislykkes når en oppgave er vanskelig, da er det lett å forklare nederlaget. For å redusere mulige fiaskoer i fremtiden vil elevene utvikle nederlagsreduserende strategier. Blant slike strategier finnes det tilbaketrekking fra arbeidet og ønske om å ikke prøve å bruke evnene sine, fordi eleven da ikke føler noe nederlag, siden han eller hun valgte å ikke gjøre sitt beste. Hver gang en elev opplever mestring, vil det føre til økt motivasjon for skolearbeidet i framtiden. Derimot vil opplevelse av nederlag lede til at flere nederlagsreduserende strategier blir tatt oftere i bruk. Derfor er det viktig at elevene får oppleve mestring, helst ved i første omgang å jobbe med enklere oppgaver som de kan løse, slik at angsten for nederlaget gradvis blir redusert.

Mange som studerer fysikk eller er fysikere opplever at andre, det vil si ikke-fysikere, reagerer på deres utdanningsvalg. Folk blir begeistret og/eller forbauset, og det skjer at de kommer med unnskyldninger om og forklaringer på hvorfor de selv ikke var gode i fysikk. Osborn, Simon og Collins (2003) skrev en review-artikkel om holdninger til naturfagene og naturvitenskapen blant skoleelever. Artikkelen baserer seg på forskning over 20 år, og den viser at fysikk er et ”love – hate”- fag som vekker sterke følelser også hos elever. Til tross for at elevene har positive holdninger overfor naturvitenskap, har de negative holdninger mot naturfagene på skolen (ibid).

FUN- undersøkelsen viser at norske fysikkelevne ligger mye nærmere ytterpunktet ”love” enn ”hate” i forhold til faget sitt. Over 80 % av fysikkelevne oppgir at de opplever fysikk som et interessant fag. Interesse for faget spilte også stor rolle for deres valg av fordypningsfag i videregående skole. Veldig få elever avsluttet fysikkfaget etter 2FY på grunn av at fysikk ikke var interessant. Egen interesse for fysikk oppgis som viktigste grunn for å velge fysikk både i videregående skole og ved høyere utdanning (Angell, Henriksen, & Isnes, 2003). Vi kan konkludere med at de som leser fysikk ofte drives av den indre motivasjon, nemlig interesse for faget. Nyere forskning (Schreiner, Henriksen, Sjaastad, Jensen, & Løken, 2010) peker i samme retning, ved å vise at interesser for faget spiller viktig rolle ved valget av naturvitenskapelige studier.

Ikke alle fysikkemner vekker elevenes interesse i samme grad. Guttersrud (2001) gjennomførte en fokusgruppestudie, hvor han snakket med elever fra videregående skole som leste studieretningsfag fysikk. Han fant at astronomi og relativitetsteorien utmerker seg som fascinerende emner. Gutter fascineres av planetbaner og jenter av stjernens livssyklus. Tidens natur og det uutforskede vekker begeistring blant mange. I samme studie fant Guttersrud at det er flere 3FY enn 2FY elever som opplever skolefaget fysikk som interessant. Fra artikkelen til Osborn, Simon og Collins (2003) kommer det fram at mange elever har negativ holdning til naturfagene. FUN- undersøkelsen (Carl Angell, et al., 2003) fant at de som velger fysikk er fornøyd med faget og fra Guttersrud (2001) vet vi at de blir enda mer fascinert av faget etter det første fysikkundervisningsåret. Dette tyder på at jo mer erfaring med naturvitenskapen de har, jo mer liker de den. Sagt på en annen måte: ”lack of experiences in science leads to a lack of understanding of science and contributes to negative attitudes to science ” (Osborne, et al., 2003, s. 1063).

2.2.2 Fysikk – et vanskelig fag?

Skolefysikken betraktes (...) som et vanskelig og krevende fag. Og med rette: Grunnleggende begreper som akselerasjon, kraft, spenning, felt o.l. er vanskelige. Det er også krevende å forstå den matematiske beskrivelsen av fysiske fenomener. Selv enkle matematiske ligninger, f. eks. Newtons 2. lov på formen $F = ma$, er vanskelig fordi begrepene den omhandler er så abstrakte. (Angell, et al., 2003, s. 169).

FUN- undersøkelsen viser at noen elever opplever matematikken som er brukt i fysikk som vanskelig, men det er ikke alle som gjør det. Noen elever kan til og med være frustrert over å ikke kunne utnytte sin matematiske kompetanse. Problemet med matematikk ligger derfor ikke i at selve matematikken er vanskelig, men i overgangen mellom fysikk og matematikk. Det å oversette fra fysikk til matematikk, det å beskrive et fysisk fenomen matematisk er noe som skaper problemer for mange elever (ibid).

Problemene med overgangen mellom fysikk og matematikk slutter ikke når utregningene er gjort og elevene er kommet fram til riktig svar. Det korrekte resultatet skal tolkes for å gi endelig svar på oppgaven. Gaigher, Rogan og Braun (2007) viser at vanskelighetene melder seg når det riktige svaret skal tolkes, med andre ord oversettes igjen, men denne gangen motsatt vei, fra matematikk til fysikk. Tall og formler skal få tilskrevet mening. Det abstrakte begrepsapparatet skal tas i bruk av elevene. Dette skaper problemer. Fysikk viser seg altså å være begrepsmessig vanskelig for elever.

Ovenfor nevnte overganger mellom fysikk og matematikk er eksempler på overganger mellom representasjonsformer av fenomener. Angell, Kind, Henriksen og Guttersrud (2008) påpeker at fysikk fremgår som vanskelig fordi den krever at elever må arbeide med et spekter av representasjoner som eksperimenter, muntlige og konseptuelle beskrivelser, matematiske beskrivelser samt bilder og grafer. Det er også nødvendig å kunne oversette mellom de forskjellige representasjonsformene for å være i stand til å forstå modellene av fysiske fenomener. For å kunne bevege seg mellom representasjonsformer, må elever beherske godt hver enkelt av dem, for eksempel vite hvordan og når man kan bruke matematisk derivasjon. Guttersrud (2008) viser hvordan forskjellige representasjonsformer er anvendt i tilfellet bevegelse med konstant akselerasjon (fritt fall). Observerer man bevegelsen til en ting som man slipper fra en høyde, er dette en enkel *eksperimentell* representasjon av fenomenet. Tegner man en figur av hendelse har man en *billedlig* representasjon. Definerer man forandring av fart med tiden som akselerasjon er *konseptuell* representasjon. *Matematisk*

representasjon vil være å presentere sistnevnte som formel, og *grafisk* representasjon vil være å tegne en graf som viser fart som funksjon av tiden.

I tillegg til mangfold av representasjonsformer blir virkeligheten ikke avbildet i fysikk som den er, men presentert i en idealisert form, altså som en modell. Friksjonen ser man ofte bort fra, systemene er perfekt isolerte fra omgivelsene, pendelens snor er masseløs. Alt dette bidrar til å skape et bilde av fysikk som vanskelig fag (Angell, et al., 2003).

Da Guttersrud (2001) snakket med elever om deres opplevelse av fysikkens vanskelighetsgrad, fant ham også at ”språket med sine nye og uvante ord” (ibid, s. 71) skapte forståelsesproblemer. Imidlertid er det ikke bare nye og uvante ord som skaper vanskeligheter, men også det at fysikken bruker ord fra dagliglivet og gir dem ny, eller bare mer avgrenset betydning (Sjøberg, 2009). Ulike sammenhenger krever ulike språk. Elevene må lære å veksle mellom dagligdags- og fysikkspråk, samt vite når riktig variant skal brukes (ibid). Leach og Scott (2003) viser i sin artikkel til Vygotskys tanker om språk og læring. Ifølge Vygotsky er språk et redskap for tenkning, og læring er en sosial prosess som skjer i et samspill mellom det sosiale og individet. Naturvitenskaplige tanker blir først tolket og øvet inn på det sosiale planet i klasserommet (Intermental plane), for å videre bli gjort om til ”egne” på det individuelle nivå (Intramental plane). Prosessen kalles for internalisering, og er forskjellig for hver elev (hvert individ). Naturvitenskapen har sitt eget språk, som er bygget rundt begreper som energi, masse og entropi, og opererer med modeller av virkelighet i forenklet form, samlet i teorier og lover. Elevene som lærer naturvitenskap må internalisere naturvitenskaplig språk og være i stand til å bruke det riktig. *”Mature understanding of science can be demonstrated in terms of the ability to move between ways of talking and thinking about phenomena according to context, recognizing the appropriateness, power and limitations of each”* (ibid, s. 100). Elevene må lære naturvitenskaplig måte å tenke og snakke på som supplement til sin vanlige, dagligdagse måte, samt at de må kunne veksle mellom de to språkbrukene. Det dagligdagse språket og tenkemåten kan lett lede til alternative forestillinger. Alternative forestillinger er diskutert i kapittel 2.2.4.

Hvis et fag er vanskelig, må elevene som leser faget være flinke for å klare det. Undersøkelser viser at fysikkelevne skiller seg ut blant sine medelever med at de har høyeste gjennomsnittskarakterer for alle fag (Lie & Angell, 1990). Også nyere undersøkelser viser det samme (Lie, Angell, & Rohatgi, 2010). Fysikkelevenenes karakterer i fysikk er derimot lavere enn karakterene som andre elever får i deres respektive programfag (Angell, et al., 2003). Til

sammen peker dette mot at fysikk er vanskelig, og at kravene til elever kanskje er litt for høye. Eller så kan kravene til fysikkelever ha holdt et stabilt nivå, mens kravene i andre programfag har sunket. Når elevene ble spurt hvorfor de sluttet med fysikkundervisningen etter fullført 2FY, kom vanskeligheten av faget som en av viktigste grunner (ibid). Det at elevene ikke velger å lese fysikk i det hele tatt, har ofte sin opprinnelse i at de antar at fysikk er et vanskelig fag (Osborne, et al., 2003).

2.2.3 Fysikk – et fag som elevene vil velge?

Etter første klasse i videregående skole velger elevene sine programfag for de neste to årene på skolen. Bare elever som har valgt Fysikk 1 i andre klasse kan fortsette med Fysikk 2 i tredje. Fysikk 2 er ønskelig fundament for å studere fysikk i høyere utdanning, selv om de fleste lærestedene formelt bare krever Fysikk 1. Slik som situasjonen i norsk skole er nå, velger elever å fordype seg i fysikk uten å ha lest faget før i form av separat fag. Fysikk inngår i naturfagpensumet. Elevene hadde naturfag i grunnskolen og i første klasse videregående skole, men vet de hva fysikk, kjemi og biologi egentlig er? Guttersrud (2001) påpeker at mange elever etterlyser informasjon om hva fysikk dreier seg om, samt om kursets innhold.

Er rekrutteringen til fysikk og andre realfag god nok i Norge? ”Et Felles løft for realfagene: strategi for styrking av realfagene 2006-2009” (Kunnskapsdepartementet, 2006) svarer på dette spørsmålet med et klart *nei*. Til tross for at antall fullførte universitets- og høyskolestudier totalt sett øker, holder tallet på de med fullført realfaglig studium seg stabilt. Antall søkere til naturfaglige studier avtar, og samtidig er kandidatenes faglige nivå lavere enn før. Lignende situasjon finner vi i andre OECD land, men Norge skiller seg ut som et land hvor nedgangen i antall elever med realfaglig studieretning er størst (ibid).

Norge, på lik linje med andre land, trenger tilførsel av spesialister med realfaglig bakgrunn. Hvis det er færre elever som velger realfaglig fordypning i videregående skole, vil det resultere i at færre kan studere realfag videre. Dette vil resultere i nedgang i antallet ingeniører, teknologer og andre realfaglig orienterte yrker. Redusert antall vil føre til at kvaliteten til de som har ovenfor nevnt kompetanse vil avta. De med toppkompetansen vil også være færre (Osborne, et al., 2003). Samfunnet som det er i dag trenger arbeidskraft som er realfagligutdannet på høyt nivå. Undersøkelsen TIMMS Advanced 2008 (Lie, et al., 2010) viser til nedgang i antallet elever som er på avansert nivå i fysikk. Avansert nivå beskrives på

følgende måte: ”Elevene kan kombinere og anvende begreper og lover i fysikk til å løse komplekse problemer i forskjellige situasjoner” (ibid, s. 52). I 1995 lå over 2 % av årskullet på avansert nivå, mens prosentandelen var mer enn halvert i 2008. Antall elever som er på høyt nivå i fysikk gikk nesten tilsvarende ned i samme periode. Høyt nivå beskrives på følgende måte: ”Elevene kan anvende grunnleggende lover i fysikk til å løse problemer i forskjellige situasjoner” (ibid, s. 53). Ovenfor nevnte data viser til at Norge om noen år kan komme i situasjon hvor mangelen på fysikere vil være stor.

Som indikert i forrige delkapitler, avhenger elevenes valg eller bortvalg av fysikk av deres interesse og av fagets vanskelighet, både faktisk og antatt. Andre viktige faktorer her er opptakskrav til høyere utdanning som elevene har lyst til å studere, og at fysikk er nyttig for det yrket de velger seg. Fedre, samt lærere på videregående skole, nevnes som viktigste personer som påvirker elevene til å velge fysikk. Mestringsfølelse, opplevelsen av å være god i faget, bidrar også til dette valget.

2.2.4 Alternative forestillinger

Når elevene kommer til klasserommet for å lære fysikk, kommer de med noen ideer og teorier om hvordan naturen virker. De ideene, forestillingene og begrepene som elevene har, stammer fra dagligspråket, hverdagslige erfaringer og fra tidligere undervisning. Når elevenes forståelse og teorier ikke er i overensstemmelse med dagens oppfatning innenfor fysikk, kalles de for alternative forestillinger (Angell, 1996). Det som kjennetegner alternative forestillinger er at de er fornuftige sett fra elevenes side, med andre ord er de ofte konsistente, og de kan på et vis forstås. Alternative forestillinger bygger som sagt på erfaring og de deles av mange. Det som er viktig for lærere er at slike alternative forestillingene er særlig motstandsdyktige overfor undervisning.

Det er brukt en rekke betegnelser for å beskrive elevers forestillinger. Misoppfatninger er en slik betegnelse. Sjøberg (2009) bruker begrepet hverdagsforestillinger, i litteratur kan man også komme over betegnelser som alternative forestillinger og intuitive ideer. Det er viktig å skille mellom alternative forestillinger og tilfeldige feil. Tilfeldig feil har ingen uforanderlig grunn, oppstår tilfeldig, kan være regne- eller skrivefeil, og er ofte resultat av manglende oppmerksomhet eller av stress.

Elevenes forestillinger om hvordan naturen virker bør behandles seriøst og med respekt. Sjøberg (2009) påpeker at alternative forestillinger ofte stemmer med forståelsen som rådet i fysikken før i tiden. Et eksempel kan være aristotelisk mekanikk, som tok utgangspunkt i at det trengs en kraft for holde et objekt i bevegelse med konstant hastighet, og at kraft og hastighet alltid har samme retning. Andre ganger kommer forestillinger fra dagliglivets språk, og dette språket fungerer bra i elevenes private og sosiale verden. Fullstendig forkasting av dette språket kan skape kommunikasjonsproblemer med andre mennesker i daglige situasjoner.

3 Metode

Her presenterer jeg metoder som ble tatt i bruk for å svare på forskningsspørsmålene. Denne masteroppgaven består av tre deler, hvor hver del krevde bruk av forskjellige metoder. Først ble det laget og analysert *Spørreskjema til lærere med elever som deltok i første runde av Fysikkolympiaden*. Deretter ble det utviklet et system for kategorisering av flervalgsoppgaver, og oppgavene ble delt inn i kategoriene. Til slutt ble alle oppgaver som tilhører en kategori analysert. Samtidig med analysing av oppgaver ble det satt søkelys på hvordan elevene svarte på disse oppgavene. I de følgende avsnittene beskriver jeg metoden knyttet til hver av disse tre delene.

3.1 Spørreundersøkelsen

Første runde av Fysikkolympiaden blir gjennomført på skolene, hvor fysikklærerne administrerer, retter elevenes besvarelser og rapporterer resultatene til Skolelaboratoriet ved Fysisk institutt, som er ansvarlig for uttaket til neste runde av Fysikkolympiaden. Det finnes ingen oversikt over måter Fysikkolympiaden er gjennomført på ved skolene, om elevenes interesse for den og utbytte av den. For å belyse disse temaene ble det utført en undersøkelse rettet mot lærere på videregående skoler som hadde med elever i Fysikkolympiaden. Det ville også vært mulig å spørre deltagende elever om deres opplevelse av olympiaden, for på denne måten å få mer direkte innblikk i hvordan deres interesse og utbytte fortoner seg. På grunn av den korte tiden denne masteroppgaven hadde til rådighet, ble det valgt å ikke gjennomføre noen elevundersøkelse.

3.1.1 Spørreskjema til lærere med elever som deltok i første runde av Fysikkolympiaden

Det ble valgt å gjennomføre undersøkelsen kvantitativt, i form av en kort spørreundersøkelse. Å utføre et kvalitativt studium i form av intervjuer ville kanskje gitt rikere materiale, men det ville til gjengjeld tatt lengre tid. Denne tiden var ikke tilgjengelig.

Spørreundersøkelsen ble som nevnt gjennomført ved hjelp av spørreskjema. Fordelen med spørreskjema er at man kan undersøke utbredelsen av fenomener og at det tar kort tid å få svar fra mange respondenter. I tillegg gjøres de innsamlede dataene om til tall, og disse analyseres

ved hjelp av statistiske metoder (Johannessen, Tufte, & Kristoffersen, 2006). Det ble diskutert om skjemaet burde være nettbasert eller om det skulle sendes via e-post. Siste alternativ ble valgt fordi det ble antatt at respondentene er mer fortrolig med denne formen. Spørreskjema ble laget som ”klikkbart skjema” i Word format og sendt per e-post.

”Det er mulig å inkludere hele populasjonen i en undersøkelse” (Johannessen, et al., 2006, s. 206), og det ble gjort her. Populasjonen består av Fysikkolympiadens koordinatorene på alle skoler som gjennomførte første runde av olympiaden i 2009. De fleste av koordinatorene er fysikklærerne selv, der dette ikke var tilfelle kunne koordinatoren velge å videresende skjema til fysikklærere på skolen, eller svare selv. Det ble sendt 93 e-poster til koordinatorene.

Spørreskjemaet består av 15 spørsmål, gruppert rundt følgende tema:

- faktainformasjon om hvordan Fysikkolympiaden er organisert ute på skolene
- lærernes vurdering av elevenes interesse og motivasjon
- lærernes vurdering og bruk av oppgaver fra Fysikkolympiaden.

Hele spørreskjemaet er gjengitt i Appendiks 1 og e-posten hvor spørreskjemaet var vedlagt i Appendiks 2.

Spørreskjemaet har høy strukturingsgrad (Johannessen, et al., 2006). 14 av 15 spørsmål er flervalgsspørsmål, noen med mulighet til å gi utfyllende svar. Siste spørsmål er åpent. Flervalgsspørsmålene inneholder mellom to og fem svaralternativer. Vurderingsspørsmålene benytter Likert-skala, der setter man kryss på en skala fra *liten grad* til *veldig stor grad* eller fra *liten* til *stor* (Robson, 1993).

Spørreskjema ble ikke pilottestet. Skjemaet ble derimot diskutert med veileder og forskerkolleger på kontoret. Dette førte til justeringer og presiseringer av både spørsmål og svaralternativer. Blant responsene som kom tilbake fra lærerne så vi ikke noe som kunne tyde på at skjema ble misforstått.

3.1.2 Analyser av spørreundersøkelsen

Dataene i undersøkelsen kom i form av e-poster med utfylte skjemaer i Word. Alle svaralternativene i spørreskjemaet ble kodet på forhånd. Svarene i form av tall ble ført inn i en Excel-fil, og sendt videre til SPSS 16.0 program.

Lærernes svar på spørsmål 1 – 14 er fremstilt i form av tabeller, hvor prosentandelene av alle svar er oppgitt.

Spørsmål 15 var et åpent spørsmål hvor lærerne ble bedt om å gi andre kommentarer eller innspill til Fysikkolympiaden. Svarene som vi fikk på dette spørsmålet var for det meste kommentarer som gjaldt andre problemstillinger berørt under de forrige spørsmålene. De er derfor ikke presentert samlet, men sammen med analysen av svarene på spørsmålene de er knyttet til. Kommentarer som ikke dreide seg om temaene berørt av de andre spørsmålene fra spørreskjemaet var av type ”bra” eller ”flott tiltak”. De er derfor ikke diskutert her.

Kapittel 4 samler analyser og presenterer konklusjoner av spørreundersøkelsen.

3.2 Kategorisering av oppgaver

Alle flervalgsoppgaver fra årene 2003 -2009 ble analysert i denne masteroppgaven. For å gjennomføre analyser og beskrive ulike aspekter i oppgavene ble oppgavene delt inn i grupper, videre kalt kategorier.

Oppgavene ble kategorisert med hensyn til tre dimensjoner. Den ene er *Innholdsdimensjon* og reflekterer faglig innhold i oppgavene. Den andre er *Kognitiv dimensjon* og viser til hva slags mental aktivitet som forventes av eleven for å løse oppgaven. Den tredje er *Matematisk dimensjon*, og grovt sagt viser til hva slags matematiske ferdigheter som må til for å løse oppgaven.

Hver av de 37 flervalgsoppgavene ble kategorisert i forhold til de nevnte tre dimensjonene. For å kategorisere oppgavene, ble hver oppgave lest nøye og løst for å finne måte eller måter den kan løses på. Deretter ble det bestemt hvilken kategori av hver dimensjon som passer oppgaven best. Kategorisering av *Innholdsdimensjonen* var enkelt, siden ingen av oppgavene gikk på tvers av faglige emner. Kategorisering av *Matematisk dimensjon* var litt mer krevende, men den ga alltid resultat som det ikke var noen tvil om. Kategorisering av

Kognitiv dimensjon var mest vanskelig på grunn av litt uklar grense mellom dens to kategorier. I noen tilfeller måtte det brukes skjønn, siden oppgaven egentlig kunne passe for begge disse kategoriene.

For nærmere beskrivelse av dimensjonene og kategoriene samt resultatene av kategoriseringen av oppgavene, se kapittel 5.

3.3 Elevsvar på oppgavene

Resultatene fra første runde av Fysikkolympiaden er samlet i Excel-filer, en fil for hvert år. Filene inneholder informasjon om totalt antall poeng som hver elev fikk og resultater for hvert spørsmål, både i form av poeng og svaralternativ (i bokstavform) for flervalgsoppgavene. Jeg laget nye Excel-filer for hvert år, hvor bare svaralternativene og total poengsum er med. Elever som det kun var oppgitt samlet poengsum for ble fjernet fra filene, fordi dette ville forstyrre analysen, ved å øke antall blanke svar. I filene fra årene 2003 – 2008 var det bare noen få slike tilfeller. I filen fra 2009, var derimot størsteparten av elevene (533 av 722) registrert med ufullstendig eller mangelfull informasjon. Også for dette året ble alle feilregistrerte elever fjernet. Videre kodet jeg om svaralternativene fra bokstaver til tall, og med grunnlag i dette laget jeg SPSS filer for hvert år.

SPSS-programmet letter arbeidet med å regne frekvenser, krysstabeller og korrelasjonskoeffisienter. For å analysere oppgavene, laget vi svarfordelinger for alle oppgaver, fordi dette også gir prosentandel av elever som svarte riktig på hver flervalgsoppgave (*svarprosent*). Svarprosenten viser til oppgavens vanskegrad. I tillegg beregnet vi korrelasjonskoeffisienter (Pearsons r), som viser samvariasjon mellom skår på hver oppgave og totalskår eleven fikk. I noen tilfeller benyttet vi oss av krysstabeller oppgaver imellom, og mellom totalskår og valgt svaralternativ.

Positiv verdi av r viser at det er positiv sammenheng mellom elevenes skår på en gitt oppgave og den totale poengsummen elevene fikk. Jo større r er, jo større er samvariasjonen, noe som betyr at de elevene som skåret høyt på hele oppgavesettet skåret høyt også på denne oppgaven. Lav verdi av r indikerer lav sammenheng mellom skårene, noe som igjen betyr at det var både elevene med høy og lav totalskår som svarte riktig på oppgaven. Vi kan si at verdien av r er et mål på om det hovedsakelig er gode elever som svarer riktig på en oppgave, med andre ord er korrelasjonskoeffisienten et mål på oppgavens diskrimineringssevne. Når kan

r sies å være lav? ”I samfunnsvitenskapelig forskning regnes Persons r opp til 0,20 som en svak samvariasjon, 0,30-0,40 som relativt sterk og over 0,50 som meget sterk.” (Johannessen, et al., 2006, s. 259). Man kan ikke se på verdien av r uavhengig av svarprosenten, og dette gjelder særlig flervalgsoppgavene. Det er også slik at en svak elev kan gjette seg til riktig svar, men det er mindre sannsynlig at en god elev svarer galt ved en ren tilfeldighet. I tilfellet lette oppgaver, altså oppgaver med høy svarprosent, er det mange elever som svarer riktig på oppgaven. Hvis det samtidig skjer, at det er mange svake elever som gjetter seg til riktig svar, vil korrelasjonskoeffisienten mellom oppgavens svarprosent og totalskåret kunne bli lav. I tilfellet høy svarprosent og lav r kan man derfor ikke legge så mye vekt på korrelasjonskoeffisienten som mål på om det var gode eller svake elever som svarte riktig på oppgaven, altså oppgavens diskrimineringssevne. På lignende måte kan man ikke legge mye vekt på en lav korrelasjonskoeffisient når svarprosenten er lav, fordi da er det mange elever som svarer galt på oppgaven og samtidig få som svarer riktig. Igjen, hvis det samtidig skjer, at det er en del svake elever som gjetter seg til riktig svar, vil korrelasjonskoeffisienten mellom oppgavens svarprosent og totalskåret kunne bli lav. Ser man derimot på hvordan gode elever svarer på oppgaven, blir bildet av elevenes kunnskaper mer korrekt, siden tilfeldigheter spiller mindre rolle når gode elever krysser av svaret. I forbindelse med noen av oppgavene med enten lav eller høy svarprosent kombinert med lav verdi av r vil vi benytte oss av krysstabeller mellom totalskår og svar på oppgaven. Dette vil gjelde enten for riktig svar eller ett av uriktige svaralternativene som det blir ønskelig å se nærmere på. I slike tabeller kan man se hvor mange elever som svarte på et valgt svaralternativ per totalt antall poeng de fikk (totalskår), sortert på totalskår. Derfor vil vi være i stand til å sjekke ”manuelt” hvordan svarene til gode elever fortøner seg.

Hva er en god oppgave? Svaret på dette spørsmålet avhenger av hva oppgaven skal brukes til. Oppgavene kan benyttes både til å teste og til å diagnostisere elevers forståelse og kunnskaper. En god testoppgave må ha høy diskrimineringssevne, det vil si evne til å skjelne mellom flinke og mindre flinke elever. For at en testoppgave diskriminerer godt, bør svarprosenten være verken for høy eller lav. En diagnostisk oppgave, derimot, bør vise hva slags alternative forestillinger elevene har, eller hva slags feil elevene gjør. I tilfeller hvor flervalgsoppgavene blir brukt til testing, trenger ikke distraktorene å ha noen mening, bortsett fra at det ikke bør være alt for lett å velge dem bort. For at en flervalgsoppgave skal virke diagnostisk, må distraktorene velges med omhu, de må lokke til seg elever som tenker på en antatt måte. De kan representere kjente misoppfatninger eller andre mindre kjente, men

uriktige tenkemåter. En distraktor kan godt være slik at elever som løser oppgave og gjør en liten regnefeil til slutt, vil velge den. Hvis distraktoren i tillegg representerer en løsning som kan utestenges ved resonnering, er det fint. Svarprosenten på en diagnostisk oppgave kan være både høy og lav, den er uten betydning for hvor god oppgaven er.

Elever som er gode i fysikk, er gode fordi de har gode kunnskaper og de forstår stoffet godt. For at en testoppgave skal diskriminere godt mellom gode og mindre gode elever, bør den løses av gode elever, det vil si elever som skårer høyt ellers, og den skal samtidig ikke kunne løses av mindre flinke elever. Dette betyr igjen at en god testoppgave bør ha høy korrelasjonskoeffisient mellom svarprosenten og totalskår. Gode elever gjør færre feil og har færre alternative forestillinger enn svake elever. På grunn av dette skal svarprosenten på en god diagnostisk oppgave korrelere noe med totalskåret, men i mindre grad enn hva som er tilfelle ved testoppgaver. Det er også mulig at en diagnostisk oppgave omhandler en forestilling som er typisk for mange, det vil si også gode elever. I slik tilfelle vil distraktorene som beskriver sider av denne misoppfatningen lokke til seg både gode og svake elever. Dette vil resultere i at det blir færre gode elever blant de som svarer riktig på oppgaven, noe som gjør at korrelasjonskoeffisienten blir lavere.

Oppgavene i første runde av Fysikkolympiaden er laget for å velge ut de beste elevene til å gå videre til neste runde. De er derfor ment å fungere som testoppgaver. Samtidig ble lærerne over flere år bedt om å rapportere svaralternativene som elevene valgte i tillegg til skåret for hver elev. Dette tyder på at komiteen som lager oppgaver hadde også et diagnostisk perspektiv i tankene når de laget olympiadens testoppgaver. Carl Angell som i mange år var - og fortsatt er - komiteens leder, bekrefter at dette diagnostiske perspektivet alltid var ivarettatt når oppgavene ble laget. Det er derfor mulig å bruke flervalgsoppgavene fra først runde av Fysikkolympiaden til å hente informasjon om deltagende elevers forståelse for fysikk og kunnskaper i faget.

Å analysere alle flervalgsoppgaver fra årene 2003 – 2009 ville overstige tidsrammen til denne masteroppgaven. Derfor måtte det velges hvilke oppgaver som skulle analyseres. Vi valgte å analysere alle oppgaver fra kategorien *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* i den *Matematiske dimensjonen*. Kategorien omfatter 23 oppgaver. Analysen vil være todelt, vi vil både se på selve oppgaveteksten og på hvordan elevene svarte på oppgaven (*svarfordeling*). Vi vil ofte vise hvordan oppgaven kan løses og hvordan man kan komme til uriktige svaralternativer (distraktorere).

Angell (2004) viser til at analysen av elevenes svar på oppgaver fra TIMSS-undersøkelsen kan bidra til å avdekke elevenes alternative forestillinger. Både åpne oppgaver og flervalgsoppgaver kan brukes til dette. Åpne oppgaver må kodes slik at både riktighet og det diagnostiske perspektivet blir tatt vare på. Flervalgsoppgaver trenger ikke koding, fordi svaralternativene brukes som koder. Imidlertid kan flere av svaralternativene grupperes i analysen hvis de berører samme misoppfatning. Når vi analyserer oppgavenes svarfordeling vil vi se etter mulige alternative forestillinger, og vil vi gruppere distraktorene der det er gunstig å gjøre dette. Vi vil også i ett tilfelle lage en krystabell mellom to distraktorer i to forskjellige oppgaver fra samme år, for å se om det var samme elever som krysset av for disse. Begge distraktorene er konstruert slik at elevene kan velge dem hvis de gjør samme matematisk feil, som i dette tilfellet kan kalles matematisk alternativ forestilling.

Kapittel 6 presenterer analyser av elevsvarene på oppgavene, der de blir både sammenlignet og analysert hver for seg.

4 Spørreskjema til lærerne

Spørreskjema ble sendt til 93 koordinatorene av Fysikkolympiaden på skolene. Vi fikk tilbake 81 gyldige svar. Fra to skoler fikk vi flere svar, siden det var mer enn én fysikklærer på disse skolene, og begge lærerne sendte utfylte spørreskjemaer tilbake. I noen få tilfeller var spørreskjemaet fylt ut feil ved at det ble satt flere kryss der hvor det var forventet bare ett. I noen veldig få tilfellene brukte vi skjønn og rettet skjemaene ved å velge bare ett svarealternativ, ellers ble svaret kodet som ubesvart.

4.1 Resultater og diskusjon av lærernes svar

Tabellene 4.1 – 4.14 presenterer lærernes respons på spørsmålene 1 – 14 i spørreskjemaet. Alle tabeller gjengir både spørsmålet og dets svarealternativer samt prosentandel av lærernes svar på hvert svaralternativ. Spørreskjema i sin helhet finnes i Appendiks 1.

Tabell 4.1 viser svarfordeling på spørsmål 1. Fra tabellen ser vi at elevene fra de fleste skolene som deltok i Fysikkolympiaden i 2009 deltar ofte i olympiaden. Nesten 90 % av disse skolene deltok mer enn tre ganger de siste ti årene, mot 5 % som deltok mindre enn to ganger de siste ti årene.

Det finnes cirka 250 videregående skoler i Norge som tilbyr programfaget Fysikk 2 og derfor har elevgrunnlag til delta i Fysikkolympiaden. Antallet skoler som faktisk deltar i olympiaden varierer fra år til år, men vanligvis rundt 100 skoler er med. Vi kan derfor si at olympiaden når nesten halvparten av aktuelle skoler, noe som viser at det er et potensial til å få med flere skoler til å delta i Fysikkolympiaden.

Tabell 4.1: Svarfordeling på spørsmål 1.

<i>Hvor ofte deltar skolens elever i Fysikkolympiaden?</i>	Andel (%)
første gang i år	4
mindre enn 2 ganger de siste 10 årene	1
mellom 3 og 6 ganger de siste 10 årene	21
mer enn 7 ganger de siste 10 årene	68
vet ikke	6

Tabell 4.2 viser svarfordeling på spørsmål 2. Man kan lese fra tabellen at på nesten to tredjedeler av skolene som deltok i Fysikkolympiaden i 2009 er det slik at bare elever som

spesielt ønsker å delta i olympiaden, gjør det. Vi kan derfor anta at elevene som deltar på disse skolene, er elever som er interesserte og mest sannsynlig også gode i fysikk. Ut fra dette kan vi forvente at en gjennomsnittlig deltager av Fysikkolympiaden har bedre kunnskaper i fysikk enn en gjennomsnittlig fysikkelev.

Tabell 4.2: Svarfordeling på spørsmål 2.

<i>På vår skole deltok</i>	Andel (%)
hele fysikkgruppe	36
bare elever som spesielt ønsket å delta	64

Tabell 4.3 viser svarfordeling på spørsmål 3. De fleste lærerne, nemlig 88 % av dem, oppfordrer sine elever til å delta i noen eller stor grad, mens nesten ingen rapporterer liten grad av oppfordring. En lærer mener at det er mulig å gjøre mer for å øke deltagelsen: *”Jeg har tenkt å jobbe litt mer aktivt for å få elevene til å delta neste år, kanskje bruke et par fysikk- timer til øving”*.

Tabell 4.3: Svarfordeling på spørsmål 3.

<i>I hvor stor grad oppfordrer du elevene dine til å delta i Fysikkolympiaden?</i>	Andel (%)
liten grad	1
noen grad	36
stor grad	52
veldig stor grad	11

Vi vet ikke noe om hvordan lærere oppfordrer sine elever. Kanskje forteller lærerne at elevene får bedre karakterer etter arbeidet med olympiaden. I et slikt tilfelle har vi med ytre motivering å gjøre. Det er også mulig at lærerne viser til mulighet for å lære mer fysikk gjennom deltagelse. De nevner kanskje at vinnere av andre runde blir invitert til Blindern for en ukes kurs i fysikk, og at dette er moro og lærerikt. Ingen av lærerne kommenterte måten de oppfordrer elevene til deltagelsen, derfor vet vi ikke om de spiller på ytre eller indre motivasjon i sine anmodninger.

Tabell 4.4 viser svarfordeling på spørsmål 4. Nesten 90 % av lærerne svarte at elevene viser interesse for å delta i Fysikkolympiaden i noen eller stor grad, mens bare én lærer mente at elevene viser veldig stor interesse for denne deltagelsen. Lærernes kommentarer viser til at de som er mest interesserte i olympiaden er de som er flinkest i faget: *”Det er dessverre dalende interesse for fysikkolympiaden, selv om de mest ”ihuga” elevene syns at det er morsomt”*.

Hvis Fysikkolympiaden hadde vært presentert bare som en ren konkurranse hvor hovedmålet var å vinne, kunne det resultere i at elever som ikke er eksepsjonelt gode i fysikk ikke ville se noe poeng i å delta, siden de likevel ikke ville vinne. Men Fysikkolympiaden er også en hendelse hvor elevene kan erfare mer fysikk og får testet sin egen forståelse og kunnskaper, og derfor er den åpen for elever på alle nivåer.

Tabell 4.4: Svarfordeling på spørsmål 4.

<i>I hvor stor grad mener du at elevene viser interesse for deltagelse i Fysikkolympiaden?</i>	Andel (%)
liten grad	11
noen grad	74
stor grad	14
veldig stor grad	1

Tabell 4.5 viser svarfordeling på spørsmål 5. Rundt tre av fire lærere mente at deltagelse i Fysikkolympiaden øker elevenes motivasjon for fysikk i noen eller stor grad. Det er interessant å merke seg at ingen av lærerne mente at dette skjer i veldig stor grad, tross at hele 11 % oppfordrer sine elever til å delta i olympiaden i veldig stor grad. En lærer skrev: ”Fysikkolympiaden fungerer som en utfordring og kilde til motivasjon, spesielt for flinke fysikkelever”. En av grunnene til at Fysikkolympiaden er avholdt hvert år er å inspirere elever som leser fysikk til å fortsette arbeidet med faget. Det at lærere opplever at olympiaden er ”kilde til motivasjon” tyder på at den i alle fall når et av sine hovedmål.

Tabell 4.5: Svarfordeling på spørsmål 5.

<i>I hvor stor grad mener du at deltagelse i Fysikkolympiaden øker elevenes motivasjon for fysikkfaget?</i>	Andel (%)
liten grad	27
noen grad	61
stor grad	12
veldig stor grad	0

Flere lærere ga uttrykk for at olympiaden gjør sitt for å motivere elever: ”Fysikk-OL er eit positivt tiltak for å få auke interessa for fysikk.” og ”Det er et fint og spennende tilbud til elever som utmerker seg i fysikkfaget” eller ” Det er et prisverdig og tradisjonsrikt innslag, setter faget i fokus og skaper litt høytidlige rammer.”.

Spørsmålene 6 – 9 var rettet mot måter Fysikkolympiaden er organisert ute på skolene.

Tabell 4.6 viser svarfordeling på spørsmål 6. Vi kan si at alle elevene fikk informasjon om Fysikkolympiaden av sine lærere. Bare på hver femte skole er denne informasjonen gitt i tillegg på andre måter. I tillegg til disse måtene (svaralternativene) ble tidligere elever nevnt som informasjonskilde i ett av tilfellene.

Tabell 4.6: Svarfordeling på spørsmål 6. Det var mulig å krysse for flere alternativer på dette spørsmålet. Derfor er summen av prosentandelene høyere enn 100 %.

<i>Elevene fikk informasjon om Fysikkolympiaden fra:</i>	Andel (%)
sine fysikklærere	100
Fysikkolympiaden koordinator på skolen	12
oppslag	7
andre	3

Tabell 4.7 viser svarfordeling på spørsmål 7.

Tabell 4.7: Svarfordeling på spørsmål 7. Det var mulig å krysse for flere alternativer på dette spørsmålet. Derfor er summen av prosentandelene høyere enn 100 %.

<i>Elevene forbereder seg til Fysikkolympiaden på følgende måter:</i>	Andel (%)
på egen hånd	84
enkelte elever får hjelp av lærer når de spør	46
kurs er holdt utenfor fysikktimene	1
fysikktimene er brukt til forberedelser	6
andre måter	5

Fra tabellen leser vi at de aller fleste elever jobber på egenhånd når de forbereder seg til Fysikkolympiaden. Nesten halvparten av lærerne oppgir at elevene får hjelp av dem når de spør. Det er vanskelig å forestille seg at elevene ikke får hjelp når de henvender seg til sin lærer. Derfor tolker jeg svarprosenten på svarealternativ to, at på nesten halvparten av skolene finnes det elever som søker hjelp hos en lærer når de er i forberedelsesfasen til Fysikkolympiaden. Skjemaet ga mulighet å nevne andre måter å forberede seg på. Oppgaveløsningen fra tidligere olympiader ble nevnt i den forbindelse. En lærer skrev: ”*De aller fleste elevene forbereder seg IKKE!*”. Dette kan bety at blant elever som ifølge lærerne forbereder seg på egen hånd, kan det være flere som egentlig ikke forbereder seg i det hele tatt. En del lærere påpekte at fravær av forberedelser (som leder til lav skår) fører til at etter deltagelse i olympiaden blir elevene mindre motivert for fysikk: ”*Når jeg sier at olympiaden motiverer lite, har det bl.a. å gjøre med manglende forberedelser med tilhørende dårlige*

resultater. ” Dette utsagnet kan vi koble til Maslows behovsteori og prestasjonsmotivasjon (jf. kapittel 2.2.1) som sier at elevene ikke vil søke mestring når de er redde for å ikke lykkes med skolearbeidet. Hvis elevene opplever nederlag i form av veldig lav skår på uttaksprøven til Fysikkolympiaden, er det mulig at de vil ha liten lyst til å investere mer enn nødvendig av sin tid i faget i fremtiden. Vi kan derfor stille spørsmål ved hvorvidt det er riktig å oppfordre alle elevene til å delta i olympiaden uten å gjennomføre en eller annen form for forberedelse.

Tabell 4.8 viser svarfordeling på spørsmål 8. Nesten tre av fire skoler avholder Fysikkolympiaden i fysikktimene. Fra Tabell 4.2 kan det leses at hele fysikkgruppen deltar på bare en tredjedel av skoler. Dette betyr at på flere skoler gjennomfører elevene uttaksprøvene mens de andre elevene i fysikkgruppen følger vanlige undervisningsaktiviteter.

Tabell 4.8: Svarfordeling på spørsmål 8.

<i>Ble første runde av Fysikkolympiaden avholdt i en fysikktime?</i>	Andel (%)
ja	73
nei	27

Tabell 4.9 viser svarfordeling på spørsmål 9. Fra tabellen kan vi lese at på nesten 80 % av skolene fantes det i 2009 elev(er) som fikk ti eller flere poeng og derfor fikk diplom. Bare én av fire som fikk diplom, fikk den mens hele skolen var tilstede. I noen av disse tilfellene skjedde dette i forbindelse med juleavslutning (svarealternativ 4 ga mulighet til å oppgi tilleggsinformasjon). Som supplement til overrekkelse av diplom nevnte noen lærere at elevene fikk møte representanter fra næringslivet, ble nevnt i lokalavisen eller fikk gave fra rektor. En lærer skrev: ”*Vi gjør litt ekstra stas på disse realfagselevne som gjør det bra på Abel, fysikk og kjemi. Bl.a. får vi ofte litt dekning i lokalavisen.*”

Tabell 4.9: Svarfordeling på spørsmål 9. Det var mulig å krysse for flere alternativer på dette spørsmålet. Derfor er summen av prosentandelene er høyere enn 100 %.

<i>Elevene som fikk diplom eller gikk videre til andre runde</i>	Andel (%)
fikk diplom da hele skolen var tilstede	21
fikk diplom foran klassen	53
ble nevnt på skolens nettside	21
fikk anerkjennelse på andre måter	9
spørsmål er ikke relevant for min skole	21

Spørsmålene 10 og 11 var med i spørreskjemaet for å få vite noe om lærernes vurdering av oppgavene i første runde.

Tabell 4.10 viser svarfordeling på spørsmål 10. Den ene halvparten av lærerne vurderer vanskeligheten av oppgavene som middels og den andre halvparten som stor eller veldig stor.

Tabell 4.10: Svarfordeling på spørsmål 10.

<i>Hvordan vurderer du vanskelighetsgraden i første runde av Fysikkolympiaden?</i>	Andel (%)
liten	0
middels	54
stor	43
veldig stor	3

I tillegg var det fem lærere som brukte spørsmål 15 til å gi kommentar på altfor stor vanskelighetsgrad av oppgavene. En lærer skrev dette:

Jeg ser at de fleste synes det blir altfor vanskelig. De har en 6 i fysikk og jeg merker de har ikke lyst å være med for da får de kanskje bare noen få rette og dette synes de er flaut.SPESIELT JENTENE. Det kunne kanskje vært noen oppgaver som var litt enkle i starten og som kunne gitt den gode følelsen.

En annen lærer kom med mulig forklaring på hvorfor oppgavene er vanskelige:

Elevene har glemt mye av pensum fra Fysikk 1 (og de har ikke nok tid/interesse for å repetere før OL). Det er sannsynligvis det som gjør oppgavene vanskelige for dem, og gjør at de kvier seg litt for å være med.

En lærer var ganske bestemt i sin bedømming av oppgaver:

”Oppgavene er for vanskelige dersom alle elevene skal delta. Prøv noen enkle oppgaver”.

Lærernes tilbakemeldinger kan vi koble opp mot motivasjonsteorien fra kapittel 2.2.1 og tolke det slik at lærerne forventer at Fysikkolympiaden skal være med på å skape følelse av mestring hos elevene. Mestring fører til økt motivasjon til arbeidet med faget, noe som gjør at elevene har lyst til å investere sin tid og energi i faget, noe som kan føre til at deres faglige forståelse vil øke. Nederlag derimot, som kan komme i form av lav skår på Fysikkolympiaden, kan forsterke angsten for å mislykkes i forbindelse med fysikk og på denne måten hemme motivasjonen. Fysikkolympiaden er ofte elevenes første møte med fysikk på en annen måte enn de er vant til fra skolen, derfor er det viktig at dette møtet blir til en hyggelig affære.

I kapittel 5 og 6 vil vi se nærmere på resultater fra oppgaveanalysen og se om det er noen grunner til å bedømme oppgavene fra Fysikkolympiaden som vanskelige.

Tabell 4.11 viser svarfordeling på spørsmål 11. Om lag to tredjedeler av lærerne mener at oppgavene i olympiaden til en viss grad er annerledes enn oppgavene som elevene løser i fysikktimene (er vant med). Om lag en tredjedel mener at det er slik i stor grad. Vi kan se på lærernes svar på dette spørsmålet og sammenligne med deres svar på forrige spørsmål. Mens halvparten av lærerne vurderte vanskelighetsgraden til olympiadens oppgaver som stor eller veldig stor, mente bare en tredjedel av dem at oppgavene er annerledes. Ut fra lærernes vurdering kan vi konkludere med at oppgavene som elevene løser i fysikktimene skiller seg fra Fysikkolympiaden, mer ved at de sistnevnte er vanskelige enn at de er annerledes.

En lærer, som krysset av for ”stor grad” hadde sammen med en anbefaling følgende å si om Fysikkolympiadens oppgaver:

- Synes at oppgavene i første runde godt kan være enda mer lik de oppgavene vi arbeider med i vanlige fysikktimer. Dette vil utvilsomt gi flere deltakere i første runde. Så kan en heller øke vanskegraden i neste runde. Gjerne også mest mulig avkrysning/multiple choice.

Tabell 4.11: Svarfordeling på spørsmål 11.

<i>I hvor stor grad mener du at Fysikkolympiade oppgaver er annerledes enn oppgavene som elevene er vant med.</i>	Andel (%)
liten grad	5
noen grad	60
stor grad	33
veldig stor grad	1

Tabell 4.12 viser svarfordeling på spørsmål 12. Bare en tredjedel av lærerne som hadde med elever i Fysikkolympiaden bruker olympiadens oppgaver i undervisningen. Sannsynligvis er andelen mindre blant alle fysikklærere i Norge, siden de antagelig er mindre kjent med olympiaden. De fleste som bruker olympiadens oppgaver i undervisningen bruker dem som nøtter og eksempeloppgaver. En lærer skrev følgende om oppgavene: ”Mange av dem er gode som teoretisk eksperimentelle frivillige utfordringer for godt motiverte elever”.

Tabell 4.12: Svarfordeling på spørsmål 12. Det var mulig å krysse for flere alternativer på dette spørsmålet. Derfor er summen av prosentandelene høyere enn 100 %. Prosentandelene for ”hvis ja” refererer til alle respondentene ikke bare de som krysset av for ”ja” i spørsmålets første del.

<i>Bruker du tidligere Fysikkolympiade oppgaver i undervisningen?</i>	Andel (%)
nei	65
ja	35
<i>hvis ja:</i>	
som ”nøtter”	17
som eksempeloppgaver	14
på prøver	7
andre måter	6

Tabell 4.13 viser svarfordeling på spørsmål 13. Fra tabellen leser vi at de aller fleste av fysikklærerne oppfatter arbeidsmengden knyttet til Fysikkolympiaden som liten. En lærer som krysset av for ”middels”, kom med følgende kommentar: ”*Innsending av rettingen tok for lang tid, vi måtte oppgi elevenes svaralternativer.*”. Vi håper på at denne masteroppgaven vil vise læreren at arbeidet med å oppgi svaralternativene ikke var forgjeves.

Tabell 4.13: Svarfordeling på spørsmål 13.

<i>Hvordan oppfatter du din egen arbeidsmengde knyttet til Fysikkolympiaden?</i>	Andel (%)
liten	89
middels	11
stor	0

Tabell 4.14 viser svarfordeling på spørsmål 14. De aller fleste lærerne, nemlig 95 %, ønsker at deres elever delta i neste år olympiade, mens ”bare” 89 % oppfatter sin arbeidsmengde som liten. Dette betyr at selv om noen oppfatter sin arbeidsmengde som middels, vil de at deres elever deltar i neste års Fysikkolympiade.

Tabell 4.14: Svarfordeling på spørsmål 14.

<i>Ønsker du at dine elever skal delta i neste års Fysikkolympiade?</i>	Andel (%)
ja	95
vet ikke	5
nei	0

4.2 Oppsummering

Da lærerne ble eksplisitt spurt om hvorvidt Fysikkolympiaden øker elevenes motivasjon til faget, mente nesten tre fjerdedeler at olympiaden gjør det i noen eller stor grad. Samtidig uttrykte lærerne en del andre meninger når de vurderte oppgavene eller elevenes forberedelser til olympiaden. Bekymring for at dårlige resultater fra uttaksprøven til første runde virker demotiverende på elevene, kom fra flere lærere. Disse dårlige resultatene knytter lærere til oppgavenes store vanskegrad på den ene siden, og mangel på forberedelse på den andre siden. Lærere som var enige i at olympiaden motiverer elevene til fysikkfaget, kom med kommentarer om at dette var særlig tilfelle for gode, allerede motiverte elever.

Vi kan derfor dele olympiadens deltagere i to grupper. Den ene gruppen er flinke elever som liker fysikk og som ser på Fysikkolympiaden som på en utfordring som de har lyst til å ta. Den andre gruppen er elever som er mindre flinke, som kan lett bli ”knust” av dårlig resultat av uttaksprøven. For denne gruppen er de fleste oppgavene for vanskelige. Den sistnevnte gruppen inkluderer også elever som har gode karakterer i fysikk, men som ikke har lyst til å utforske uvante oppgaver, oppgaver de ofte får problemer med.

På to tredjedeler av skolene deltar bare de elevene som har lyst til dette, noe som gjør at det er flere gode elever blant olympiadens deltagere enn i fysikkgruppene ellers.

Det er bare en tredjedel av de lærerne som svarte på undersøkelsen som bruker olympiadens oppgaver i undervisningen. Det kunne ha vært mange flere! Oppgavene blir brukt hovedsakelig som nøtter og eksempeloppgaver.

De aller fleste av lærerne opplever sin arbeidsmengde knyttet til olympiaden som liten, og de ønsker at deres elever deltar i neste års olympiade. Dette kan ha positiv innvirkning på rekrutteringen ved flere av skolene i forhold til deltagelse i Fysikkolympiaden i framtiden.

5 Kategorisering av oppgaver

Når man skal beskrive en samling av objekter, er det ikke nok å si noe om hvert enkelt objekt, men man må også beskrive samlingen som helhet, hvor man samtidig viser likheter og forskjeller mellom samlingens objekter. Slikt arbeid kan med fordel gjøres ved at man i forkant bestemmer måter å gruppere objektene på, slik at liknende objekter havner i samme gruppe. Det er både mulig og fordelaktig å ha flere måter å gruppere objektene på, fordi slik tilnærming beriker beskrivelsen og gjør den mer nyansert. Hver måte å gruppere objektene på virker som en synsvinkel, fra hvilken man betrakter samlingen. Flere synsvinkler forbedrer forståelsen av helheten.

I samsvar med ovenfor nevnte beskrivelse av en samling av objekter, skal vi i dette kapitlet bygge opp et grupperingsverktøy for videre beskrivelse og analyse av oppgaver fra Fysikkolympiaden. Vi tar utgangspunkt i et system for kategorisering av oppgaver som er brukt i rammeverket til TIMSS Advanced, samt av et annet system som er skissert i den norske rapporten til TIMSS Advanced, og konstruerer et system for kategorisering av flervalgsoppgavene fra Fysikkolympiaden. Systemet som blir laget her vil bestå av tre dimensjoner, hver med sine kategorier. Med systemet på plass, vil vi se på oppgavene en etter en, og bestemme hvilken kategori av hver dimensjon oppgaven passer i.

Utstyrt med kategoriseringsbrillene kan vi se på flervalgsoppgavene, og prøve å se om slik sammensetning kan virke stimulerende og motiverende på elever som deltar i olympiaden. På denne måten vil vi belyse en av delene i problemstillingen. Analysen av flervalgsoppgavene fra Fysikkolympiaden skal i tråd med den andre delen av problemstillingen lede til konklusjoner om olympiadedeltagernes forståelse av og kunnskaper i fysikk. Kategoriseringen av oppgavene vil hjelpe til å skape et nyansert bilde av elevenes prestasjoner ved å vise for eksempel hvilke typer oppgaver elevene skårer lavt eller høyt i.

5.1 Kategorisering av oppgaver i TIMSS Advanced 2008

TIMSS Advanced 2008 (Trends in International Mathematics and Science Study) er en internasjonal studie av de elevene i det siste året i videregående skole som tar matematikk og fysikk på avansert nivå. Undersøkelsen er en oppfølging av en tilsvarende TIMSS-studie fra

1995. Neste studie for matematikk- og fysikkspesialister planlegges for 2015, men er foreløpig ikke endelig bestemt. Elevene fra ti land deltok i 2008, fem av disse var også med i 1995.

Følgende ligger til grunn for oppgaveoppbygningen i TIMSS Advanced studien:

Rammeverket for TIMSS Advanced er bygget opp rundt to dimensjoner. Den ene er innholdsdimensjon (faglige emner) som ganske spesifikt angir hvilke faglige emner som skal testes. Den andre er en kognitiv dimensjon (ferdigheter og prosesser) som beskriver hva slags (tanke-)prosesser som er forventet av elevene når de arbeider med oppgavene. (Lie, et al., 2010, s. 21).

5.1.1 Den innholdsmessige dimensjonen

Innholdsdimensjonen (faglige emner) er delt opp i fire kategorier: *Mekanikk, Elektrisitet og magnetisme, Varme og temperatur* og *Atom- og kjernefysikk*. Kategoriene og deres innhold måtte oppfylle to kriterier. Det ene var samsvar med lærerplaner i deltagende land. Det andre var mest mulig likhet med undersøkelsen fra 1995, slik at sammenligning mellom prestasjonene til hvert deltagende land ville være mulig.

Mekanikk rommer hovedsakelig kraft og bevegelse. Newtons tre lover og gravitasjonslov står sentralt her. Kategorien inneholder også energi, bevegelsesmengde, mekaniske bølger og relativitetsteori.

Elektrisitet og magnetisme omfatter alt som har med elektrisk ladning å gjøre, som elektrostatikk, elektriske kretser og krefter. Elektromagnetiske felter og stråling er også i denne kategorien.

Varme og temperatur inneholder overføring av varme, termodynamikkens første lov og tilstandslikningen. Kategorien har også med seg termisk stråling og drivhuseffekt.

Atom- og kjernefysikk dekker moderne fysikk med atom- og kjernestruktur, absorpsjon og emisjon av lys, fotoelektrisk effekt og røntgenstråling. Temaene rundt radioaktivitet samt fusjon og fisjon er også med i denne kategorien.

Kategoriene er beskrevet i detalj i Lie, et al. (2010).

5.1.2 Den kognitive dimensjon

I tillegg til å være kjent med faglig innhold i en oppgave, må elevene vise dyktighet på ulike kognitive områder. Kognitiv dimensjon av en oppgave sier noe om hva slags mental aktivitet som må utføres for å løse oppgaven. Dimensjonen består av tre kategorier: *Kjennskap*, *Anvendelse* og *Resonnering*. Kategoriene beskrives på følgende måte:

Kjennskap – eleven må ha ”kjennskap til grunnleggende begreper, symboler, enheter, lover og prosesser i fysikk.” (Lie, et al., 2010, s. 24). Bruk av vitenskapelig språk og evne til å beskrive fysiske prosesser havner også i denne kategorien.

Anvendelse – eleven må kunne anvende sin kunnskap på å løse standartproblemer, bruke modeller, forklare fysiske fenomener, og finne sammenhenger.

Resonnering – som kategorien *Anvendelse*, men i forhold til mer kompliserte og ukjente problemstillinger. Eleven må også kunne generalisere, analysere, verifisere og dra konklusjoner samt utvide kunnskapen til nye situasjoner.

Kategoriene er til en viss grad knyttet til vanskegraden, slik at generelt sett er *Kjennsopsoppgaver* minst og *Resonneringsoppgaver* mest krevende for elevene. Innenfor hver kategori kan det være store forskjeller mellom oppgavenes vanskegrad.

5.1.3 Matematisk dimensjon

Fysikk er nært knyttet til matematikk. Mange av oppgavene i fysikk krever ganske avanserte kunnskaper i matematikk. Da elevenes besvarelser fra TIMSS Advanced 2008 ble analysert i den norske rapporten, viste det seg at elevene hadde store problemer med grunnleggende ferdigheter i nettopp matematikk (Lie, et al., 2010). Særlig der hvor manipulasjon av formler var påkrevet, hadde flere av elevene vanskeligheter. For å få et mer nyansert bilde av hvor problemene ligger, ble oppgavene kategorisert på nytt. En ny kognitiv dimensjon ble til. Dimensjonen fikk ingen navn hos Lie, et al. (2010). Jeg ga den navn *Matematisk dimensjon* siden den sier noe om hva slags matematikk som er nødvendig for å løse oppgaven. Denne dimensjonen har fem kategorier og er en slags utvidelse eller omforming av den kognitive dimensjonen. De nye kategoriene heter: *Ett trinns anvendelse/resonnering*, *Graftolkning*, *Kjennskap*, *Manipulasjon*, *regneferdigheter og algebra* og *Resonnering/anvendelse uten*

algebra. Kategorien *Kjennskap* er lik sin navnebror fra den kognitive dimensjonen, mens de resterende fire kategoriene omfatter både *Anvendelse* og *Resonnering*.

5.2 Kategorisering av Fysikkolympiadens oppgaver

TIMSS Advanced 2008 er som nevnt, bygget rundt to dimensjoner, den innholdsmessige og den kognitive. Den matematiske dimensjonen er også brukt i analyseringen av oppgavene i den norske rapporten (Lie, et al., 2010). Disse tre dimensjonene er et godt utgangspunkt for kategorisering av flervalgsoppgaver fra første runde av Fysikkolympiaden, men de må tilpasses noe. For eksempel er ikke alle faglige emner i fysikk representert blant kategoriene i den innholdsmessige dimensjonen. I tillegg er det ikke eksplisitt beskrevet hva som inngår i den matematiske dimensjonen. På grunn av dette beskriver jeg dimensjonene og deres innhold slik jeg anvender dem i min oppgave.

5.2.1 Innholdsdimensjon

Kategoriene i *Innholdsdimensjonen* reflekterer faglige emner i fysikk som er aktuelle for uttaksprøven til første runde av Fysikkolympiaden. Fysikkolympiaden er en konkurranse som er laget hovedsakelig for elever fra tredje klasse videregående skole, og olympiadens første runde avholdes i midten av første semester. På grunn av dette skal ikke hele fysikken fra videregående skole være representert i *Innholdsdimensjonen*, men bare det som er pensum i andre klasse og det som ifølge lærebøkene gjennomgås tidlig i første semester i tredje klasse. Det er sikkert lærere som gjennomgår pensum uavhengig av lærebøker, eller forandrer rekkefølgen av kapitlene. Dette vil det være umulig å ta hensyn til når oppgavene til Fysikkolympiaden blir laget, og derfor påvirker det heller ikke *Innholdsdimensjonen*. I olympiaden i 2008 deltok for første gang elevene som ble undervist etter læreplanen Kunnskapsløftet K06, noe som betyr at elevene tok Fysikk 2 istedenfor 3FY. Lærebøkene som brukes i Fysikk 2, nemlig *Rom Stoff Tid* og *Ergo*, inneholder lærerstoffet i forskjellige rekkefølge, noe som ikke var tilfellet i 3FY. Dette resulterte i innskrenking av pensumet i Fysikkolympiaden i første runde, men førte ikke til innskrenkning av kategoriene i *Innholdsdimensjonen*, fordi disse gjenspeiler fysiske temaer fra årene både før og etter læreplanskiftet.

TIMSS Advanced omfatter ikke optikk-oppgaver, derfor er dette emnet ikke inkludert i noen av kategoriene. Jeg valgte å lage en kategori som vil inneholde alt som har med lys og bølger å gjøre, og jeg ga den navn *Bølger og lys*. Som konsekvens av dette, flyttet jeg mekaniske bølger fra kategori *Mekanikk* til denne nye kategorien.

Med utgangspunkt i den innholdsmessige dimensjonen fra TIMSS Advanced og med ovenfor nevnte tilpassninger opererer *Innholdsdimensjon* nå med fem kategorier. Hver kategori fikk tilskrevet en kode i form av én stor bokstav. Dette ble gjort for å lette senere kategorisering. Kategoriene og deres koder samt faglige innhold er som følger:

Mekanikk M – dynamikk, mekanisk energi, krefter og Newtons lover, bevegelse med konstant akselerasjon, sirkulær bevegelse, gravitasjon, kollisjoner, bevaring av bevegelsesmengde.

Elektrisitet E – elektrostatikk, elektrisk felt, Ohms lov, elektriske kretser, Kirchhoffs lover.

Varme og temperatur T – varme og temperatur, varmeoverføring og spesifikke varmekapasiteter, faseoverganger, varmetvidelse, tilstandslikningen, termodynamikkens første og andre lov, varmestråling.

Atom- og kjernefysikk A – atom- og kjernestruktur, emisjon og absorpsjon av lys, fotoelektrisk effekt, fisjon og fusjon, radioaktivt henfall, radioaktive isotoper, halveringstid.

Bølger og lys B – mekaniske bølger, brytning av lys, interferens

Astrofysikk var plassert i 3FY, men nå er det tema i Fysikk 1, noe som gjør det mulig å inkludere oppgaver som handler om dette temaet i første runde av Fysikkolympiaden. Dette skjedde ikke, verken 2008- eller 2009-settet hadde med oppgaver om astrofysikk. Det er imidlertid mulig at astrofysikk blir tatt opp som tema i framtiden, og da vil *Innholdsdimensjon* måtte utvides.

5.2.2 Kognitiv dimensjon

Kategoriene ble anvendt i samme form som i TIMSS Advanced. Kategoriene fikk følgende koder: K: *Kjennskap*, A: *Anvendelse*, R: *Resonnering*.

5.2.3 Matematisk dimensjon

Lie, et al. (2010) presenterer følgende kategorier: *Ett trinns anvendelse/resonnering*, *Graftolkning*, *Kjennskap*, *Manipulasjon*, *regneferdigheter og algebra* og til slutt *Resonnering/anvendelse uten algebra*. Hva som inngår i disse kategoriene er ikke beskrevet eksplisitt i Lie, et al. (2010) og derfor laget jeg en kort forklaring av kategoriernes innhold for bruk i denne oppgaven. Kategoriene, deres koder og innhold er følgende:

Ett trinns anvendelse/resonnering E – som *Anvendelse* i TIMMS Advanced, løsning krever bruk av bare én formel bare én gang.

Graftolkning G – som *Anvendelse* eller *Resonnering* i TIMMS Advanced. Løsning krever tolking av én eller flere grafer, enten med eller uten algebraiske tilleggsberegninger.

Kjennskap K – nøyaktig som *Kjennskap* i TIMMS Advanced.

Manipulasjon, regneferdigheter og algebra M – som *Anvendelse* eller *Resonnering* i TIMMS Advanced. Løsning krever flertrinns bruk av algebra.

Resonnering/anvendelse uten algebra R – som *Anvendelse* eller *Resonnering* i TIMMS Advanced. Løsning krever ren resonnering, enten den er knyttet til enkle standardproblemer eller mer komplekse problemstillinger.

5.3 Kategorisering av oppgaver – resultater

Tabell 5.1 presenterer resultater av kategorisering av flervalgsoppgaver fra årene 2003 – 2009. Hver oppgave er kategorisert i forhold til dimensjoner beskrevet i kapittel 5.2. Forkortelsene i tabellen betyr følgende: IN – Innholdsdimensjon: **M** – Mekanikk, **E** – Elektrisitet, **T** – Varmer og temperatur, **A** – Atom- og kjernefysikk, **B** – Bølger og lys, KD – Kognitiv dimensjon: K – Kjennskap, **A** – Anvendelse, **R** – Resonnering, MD – Matematisk dimensjon: **E** – Ett trinns anvendelse/resonnering, **G** – Graftolkning, K – Kjennskap, **M** – Manipulasjon, regneferdigheter og algebra, **R** – Resonnering/anvendelse uten algebra.

Tabell 5.1: Kategorisering av flervalgsoppgaver.

oppgave		IN	KD	MD
år	nr.			
2003	1	E	A	M
	2	A	A	M
	3	M	R	M
	4	M	R	M
2004	1	A	A	E
	2	M	R	R
	3	E	A	E
	4	M	R	M
	5	B	R	M
	6	T	R	M
2005	1	A	A	E
	2	M	A	E
	3	E	R	R
	4	M	A	M
2006	1	M	R	M
	2	M	R	G
	3	B	A	R
	4	T	R	M
2007	1	M	R	M
	2	B	R	R
	3	A	A	M
	4	A	A	E
	5	M	R	R
	6	E	R	RM*
	7	M	R	G
	8	M	R	M
2008	1	T	A	M
	2	M	A	M
	3	E	R	M
	4	M	R	M
	5	M	R	G
2009	1	M	R	G
	2	T	A	M
	3	E	A	G
	4	T	A	M
	5	E	A	M
	6	M	R	M
* - oppgaven kan løses på to måter, enten ved å regne eller ved resonnere.				

Det første som man ser fra tabellen er at antall flervalgsoppgaver i første runde varierer fra år til år. Det minste antallet flervalgsoppgaver var fire, og det skjedde i årene 2003, 2005 og 2006. Fem oppgaver hadde oppgavesettet fra år 2008, mens i både 2004 og 2009 var det gitt seks oppgaver. År 2007 hadde så mange som åtte flervalgsoppgaver. Vi kan altså si at antall flervalgsoppgaver varierer fra år til år uten at man kan finne noe mønster i det.

I tillegg til å se hvor mange flervalgsoppgaver som ble gitt hvert år, kan man også se på antall poeng som en elev kunne få for disse oppgavene i forhold til total poengsum det året. Tabell 5.2 viser hvor mange prosent av den totale poengsummen en elev kunne få hvert år for å løse flervalgsoppgaver.

Tabell 5.2: Prosentandel av poeng som kunne fås for å løse flervalgsoppgaver versus år.

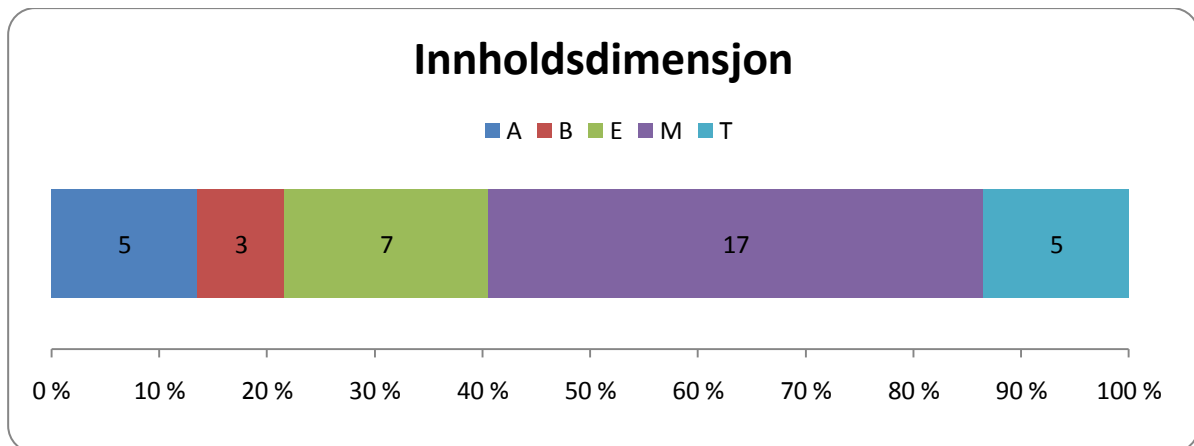
År	Total poengsum flervalgsoppgaver	Total poengsum	Flervalgsoppgavers prosentandel (%)
2003	10	22	45
2004	12	25	48
2005	8	22	36
2006	8	24	33
2007	16	24	67
2008	10	28	36
2009	15	23	65

Fra tabellen ser vi at dette varierer. Særlig de siste tre årene preges av store forskjeller i forhold til forrige år, mens i årene 2004 og 2006 var prosentandelen som kunne oppnås på å løse flervalgsoppgaver ganske lik året før. På samme måte som antall flervalgsoppgaver varierer mye fra år til år, varierer også prosentandelen av poeng som faller på flervalgsoppgaver. I begge tilfeller ser vi ikke noe tegn til mønster som kunne være indikasjon på at utvikling går i retning av økning eller nedgang i disse.

Vi vet ikke om det er flervalgsoppgaver eller åpne oppgaver som er best likt av Fysikkolympiadens elever, men vi ser at hvert år finner man begge typer oppgaver i uttaksprøvene. Oppgavene som finnes i lærebøkene er stort sett åpne oppgaver. Det at flervalgsoppgaver utgjør grovt sett mellom én til to tredjedeler av olympiadens oppgaver bidrar kanskje til at uttaksprøven til olympiaden virker annerledes enn en vanlig fysikkprøve. Dette kan virke motiverende for elever som liker nye utfordringer, men samtidig kan det virke demotiverende for mer usikre elever.

5.3.1 Innholdsdimensjon

Figur 5.1 viser fordeling av oppgaver i forhold til *Innholdsdimensjon* inn i fem kategorier.



Figur 5.1: Fordeling av flervalgsoppgaver i forhold til Innholdsdimensjon. Tallene i de fargede feltene viser til antall oppgaver.

Nesten halvparten av oppgavene, nærmere bestemt 17 av 37, tilhører kategori *Mekanikk*. I oppgavesettene fra de fleste årene hørte minst halvparten av oppgavene til denne kategorien. Årene 2004 og 2009 skiller seg ut ved at bare en tredjedel av oppgavene havner i *Mekanikk* (se tabell 5.1).

I alt var det gitt syv oppgaver fra kategori *Elektrisitet*, og to av disse var i oppgavesettet fra 2009. De fem resterende oppgavene er fordelt én for hvert år. Unntaket er år 2006, da ingen av oppgavene tilhørte denne kategorien.

Det er i alt fem oppgaver i kategori *Varme og temperatur*. To av disse finner vi blant oppgaver fra 2009, og én i hvert av settene fra årene 2004, 2006 og 2008.

I alt fem oppgaver havner i kategori *Atom- og kjernefysikk*. Oppgavesettene fra 2003, 2004, og 2005 har én oppgave hver. Settet fra 2007 inneholder to oppgaver, mens i årene 2006, 2008 og 2009 var det ingen oppgaver fra denne kategorien.

Kategorien *Bølger og lys* er minst. Bare tre oppgaver havner her. Vi finner dem i oppgavesettene fra årene 2004, 2006 og 2007.

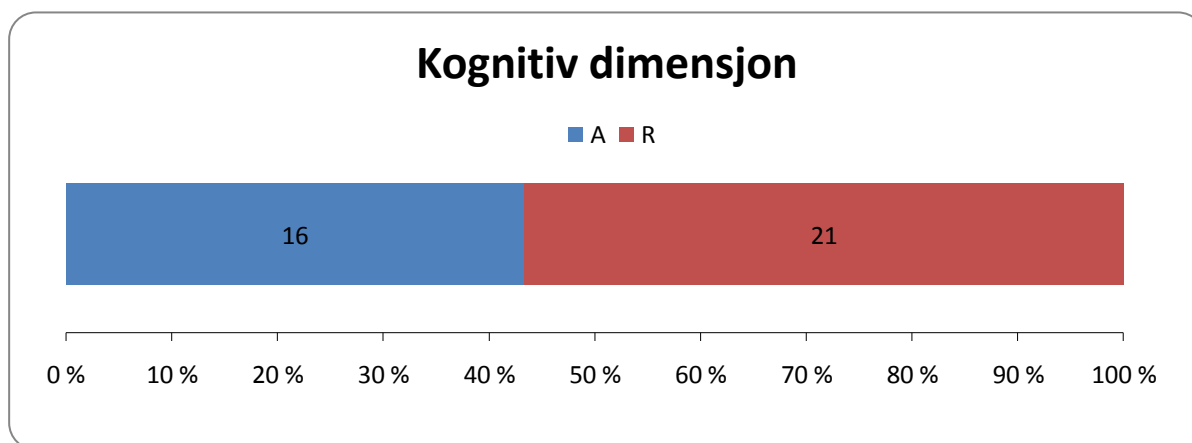
I alt ser vi at oppgavesettet fra 2009 skiller seg ut i alle kategoriene. Settet var mindre ”mekanisk”, manglet oppgaver fra både *Atom- og kjernefysikk* og *Bølger og lys*, og var det

eneste som inneholdt mer enn én oppgave fra både *Elektrisitet* og *Varme og temperatur*. Det at år 2009 skiller seg ut kan kanskje forklares i at den nye lærerplanen erstattet den gamle året før.

Oppgavene fra 2004, i alt seks oppgaver, havner i alle fem kategorier. De syv oppgavene fra 2007-settet er fordelt på fire kategorier. Oppgavesettene fra resterende år inneholder oppgaver som havner i tre kategorier hvert år.

5.3.2 Kognitiv dimensjon

Figur 5.2 viser fordeling av oppgaver i forhold til *Kognitiv dimensjon* inn i to kategorier.



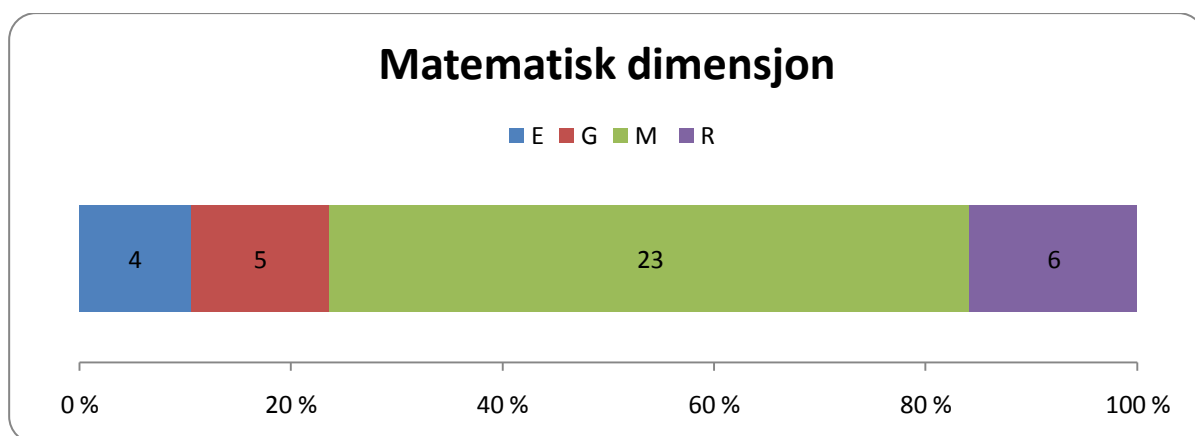
Figur 5.2: Fordeling av flervalgsoppgaver i forhold til *Kognitiv dimensjon*. Tallene i de fargede feltene viser til antall oppgaver.

Ingen av oppgavene havnet i kategori *Kjennskap*. Oppgavene i Fysikkolympiaden er laget for å finne de flinkeste av de flinke elevene i fysikk. Derfor er det ikke overraskende at ingen av oppgaver falt inn i denne kategorien, som rommer de enkleste oppgavene.

16 oppgaver tilhørte kategori *Anvendelse* og 21 havnet i *Resonnering*. Det at det er flere oppgaver i kategori *Resonnering* enn i *Anvendelse* betyr ikke at fordelingen mellom disse kategoriene var den samme hvert år. I årene 2005 og 2009 var de fleste oppgavene *Anvendelse*-oppgaver.

5.3.3 Matematisk dimensjon

Figur 5.3 viser fordeling av oppgaver i forhold til Matematisk dimensjon inn i fire kategorier.



Figur 5.3: Fordeling av oppgaver i forhold til *Matematisk dimensjon*. Tallene i de fargede feltene viser til antall oppgaver.

Kategorien Kjennskap i denne dimensjonen er lik kategorien Kjennskap i Kognitiv dimensjon TIMSS. Derfor er denne kategorien tom også i denne dimensjonen. Dette betyr at de 37 oppgavene fordeler seg på kategoriene *Ett trinns anvendelse/resonnering*, *Graftolkning*, *Manipulasjon*, *regneferdigheter og algebra* og *Resonnering/anvendelse uten algebra*.

Kategorien *Ett trinns anvendelse/resonnering* omfatter fire oppgaver, to av dem finnes i 2005-settet og én i hvert av settene fra årene 2004 og 2007. Vanskegraden til oppgavene fra denne kategorien er forholdsvis lav, siden elevene trenger å bruke bare én formel for å løse oppgaven. Derfor er det forståelig at det ikke finnes flere enn fire oppgaver av denne typen.

Det er fem oppgaver som havner i kategori *Graftolkning*. Først i oppgavesettet fra 2006 finnes det en flervalgsoppgave som hadde med tolkning av graf å gjøre. Etter dette året et det én oppgave i settene fra hvert år, bortsett fra år 2009, da det var to slike oppgaver i settet. Fem er ikke et stort antall oppgaver, men det som er spesielt er at disse oppgavene er i alle sett fra og med 2006. Det å forstå innholdet i grafer hører inn under grunnleggende ferdighet *Å kunne lese* tolket for fysikkfaget (Utdanningsdirektoratet, lest 23. 02. 2010). Selv om de første elever som studerte fysikk etter læreplanen K06 kom til olympiaden først i 2008, var kanskje de som forbereder oppgavene inspirert av denne grunnleggende ferdigheten. Man kan derfor kanskje anta at grafene har kommet for å bli blant flervalgsoppgavene i Fysikkolympiaden. Samtidig er det verdt å påpeke at også før 2006 var det grafoppgaver blant både flervalgsoppgavene og

de åpne oppgavene i Fysikkolympiaden. Det er bare i datamaterialet som jeg analyserer, det vil si flervalgsoppgavene fra årene 2003 – 2009 at grafene kom først i 2006.

Kategorien som er mest representert blant oppgavene er kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra*, med 23 oppgaver. Alle oppgavesettene inneholder minst en slik oppgave, mens settet fra 2003 består bare av oppgaver som tilhører denne kategorien. I 2005 derimot var det bare én av i alt fire oppgaver som falt inn i denne kategorien. Dette var minste prosentvis andel av *Manipulasjons* oppgaver gjennom årene 2003 – 2009.

I kategori *Resonnering/anvendelse uten algebra* havner seks oppgaver. Siste to år (2008 og 2009) hadde ingen oppgaver fra denne kategorien. Settet fra 2007 inneholder tre oppgaver, i hvert av årene 2004 – 2009 var det gitt én *Resonnering* oppgave.

Oppgave 6 fra 2007-settet er klassifisert både som *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* og som *Resonnering/anvendelse uten algebra*. Oppgaven dreier seg om finne en resistans i en krets som består av to parallellkoblede lamper som er i serie med denne ukjente resistansen. Oppgaven kan løses ved å skrive likninger til parallell- og seriekobling, for å så løse disse. Men oppgaven kan også løses ved å resonnerer seg fram til svaret. Derfor ble oppgaven tilskrevet begge kategoriene.

5.4 Oppsummering

Fysikkolympiadens oppgaver spenner over et bredt spekter av kategorier. Innholdsmessig dekker flervalgsoppgavene alle temaer i fysikk som er aktuelle for tredjeklassinger tidlig i første semester. Unntaket er astrofysikk, som ble flyttet fra 3FY til Fysikk 1 etter at Kunnskapsløftet K06 ble innført. Siden elevene som går etter Kunnskapsløftet kom til olympiaden først i 2008, var det mulig å inkludere astrofysikk i olympiaden bare i 2008 og 2009, men det ble ikke gjort. Alle flervalgsoppgavene tilhører bare én kategori, noe som betyr at det er ingen oppgaver som spenner over flere emner. Tverrtematiske oppgaver ville trolig øke vanskegraden av olympiadesettene, siden elevene ikke er vant med denne type oppgaver.

Kognitiv kategori *Kjennskap*, som rommer de minst krevende oppgavene, er ikke representert blant flervalgsoppgavene. Oppgavene er ellers nesten jevnt fordelt mellom kategorier *Anvendelse* og *Resonnering*. I TIMSS Advanced 2008 var oppgavene fordelt på følgende måte: 23 % *Kjennskap*, 51 % *Anvendelse* og 26 % *Resonnering* (Lie, et al., 2010). Vi ser at

oppgavene i Fysikkolympiaden er ”forskjøvet” i retning mer krevende oppgaver i forhold til TIMSS Advanced undersøkelsen. Slik forskyvning bidrar kanskje til å gjøre Fysikkolympiaden mer spennende for flinke elever. Svake elever kan derimot miste motivasjon til fysikkfaget fordi Fysikkolympiaden nettopp har for få oppgaver hvor de kan vise sine fagkunnskaper.

Nesten to tredjedeler av flervalgsoppgaver i Fysikkolympiaden tilhører kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* fra *Matematisk dimensjon*. Oppgaver fra denne kategorien krever bruk av algebra, ofte i mange omganger. I TIMSS Advanced 2008 skåret norske elever i gjennomsnitt 20 prosentpoeng lavere på oppgaver fra denne kategorien enn på hele testen. Det at mange oppgaver tilhører denne kategorien, hever utvilsomt vaskelighetsgraden til olympiaden.

Til slutt vil jeg understreke at det som er skrevet om kategoriseringene av oppgaver i kapitlene 5.3.1 – 5.3.3 bare gjelder flervalgsoppgaver i oppgavesettene fra første runde av Fysikkolympiaden i årene 2003 - 2009. Oppgavesettene fra hvert år består av åpne- og flervalgsoppgaver. De åpne oppgavene er ikke analysert her. For eksempel: Blant flervalgsoppgaver fra 2009 var det ingen oppgave som tilhører kategori *Atom- og kjernefysikk*. Ser man derimot på de åpne oppgavene fra 2009, finner man en oppgave fra denne kategorien.

På den andre siden danner flervalgsoppgavene en enhet i seg selv. Disse oppgavene har en annerledes karakter enn de åpne oppgavene, og derfor er det rimelig å forvente at de spenner over et bredt spekter både innholdsmessig, kognitivt og matematisk.

6 Analyse av elevsvar på oppgavene

I forrige kapittel så vi noen indikasjoner på at flervalgsoppgavene i Fysikkolympiaden skiller seg fra oppgaver brukt i TIMSS Advanced, ved at de er mer krevende for elevene. Vi husker også at lærerne i sin respons på spørreskjemaet ga uttrykk for at olympiadens oppgaver er både annerledes og mer vanskelig enn oppgavene som elevene er vant til. I dette kapittelet skal vi se på hvordan elevene skårer på flervalgsoppgavene, sammenligne det med total skår, samt se på skårene i forhold til kategoriene fra forrige kapittel. Videre vil vi analysere oppgavene, og på denne måten prøve å kaste lys over denne delen av masteroppgavens problemstilling som dreier seg om olympiadedeltagernes forståelse og kunnskaper i fysikk.

Lie, et al. (2010) viser til at på den ene siden framstår TIMSS Advanced-oppgavene som temmelig lette i sammenligning med norske eksamensoppgaver, men på den andre siden er de ikke enkle å løse for elevene, og de skårer ikke noe særlig høyt på disse oppgavene. Ut fra det kan man si at skårene på TIMSS Advanced-oppgavene er i et visst samsvar med hvordan elevene ville skåret på alminnelige fysikkoppgaver. I mangel på bedre indikatorer på hvordan norske elever i Fysikk 2 svarer på fysikkoppgaver, vil jeg videre i dette kapittelet sammenligne resultater fra Fysikkolympiaden med resultatene fra TIMSS Advanced. Som nevnt i kapittel 4 er populasjon av deltagerne i Fysikkolympiaden ikke helt likt populasjonen av elever i Fysikk 2. Dette gjør at vi må være forsiktige med sammenligninger.

6.1 Generelt om flervalgsoppgavene

Tabell 6.1 presenterer oversikt over prosentandelen av elevene som svarte riktig på hver flervalgsoppgave (videre kalt for *svarprosent*), deres gjennomsnittlig svarprosent på flervalgsoppgavene, gjennomsnittlig totalskår (som prosent av maksimal poengsum) per år samt korrelasjonskoeffisienter av prosent riktig svar per oppgave med totalskår.

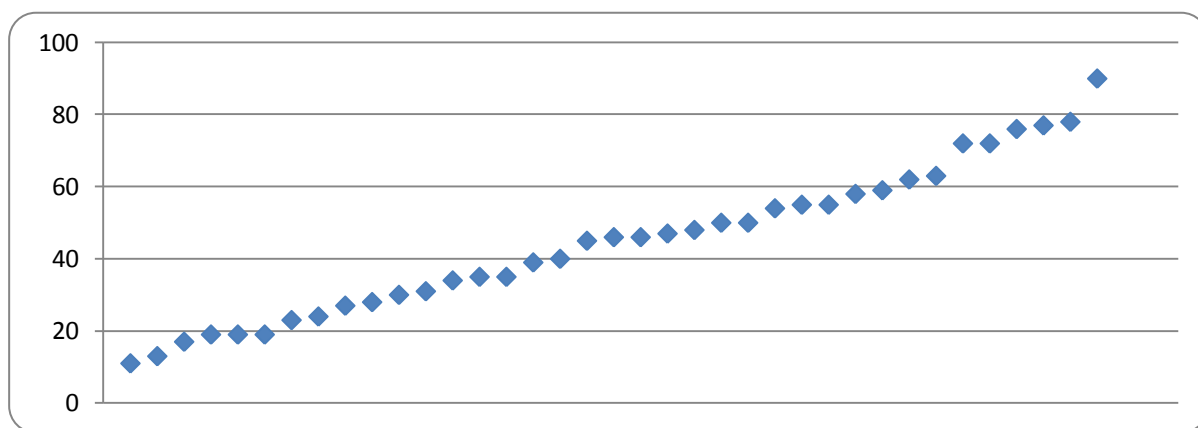
Tabell 6.1: Gjennomsnittsskårene, per oppgave og år i perioden 2003 – 2009.

Oppgave		Svarprosent (%)	Korrelasjon med totalskår	Gjennomsnittlig skår på flervalgsoppgaver (%)	Gjennomsnittlig totalskår (%)
År	Nr.				
2003	1	35	0,48	42	27
	2	58	0,46		
	3	47	0,58		
	4	28	0,45		
2004	1	55	0,39	46	33
	2	72	0,20		
	3	54	0,34		
	4	27	0,18		
	5	46	0,38		
	6	23	0,33		
2005	1	78	0,42	55	30
	2	63	0,53		
	3	24	0,46		
	4	55	0,53		
2006	1	39	0,46	52	29
	2	72	0,30		
	3	50	0,47		
	4	45	0,35		
2007	1	48	0,45	47	39
	2	59	0,46		
	3	30	0,43		
	4	90	0,28		
	5	62	0,52		
	6	35	0,41		
	7	34	0,39		
	8	19	0,11		
2008	1	13	0,43	38	32
	2	77	0,44		
	3	11	0,40		
	4	50	0,40		
	5	40	0,47		
2009	1	19	0,28	35	26
	2	31	0,45		
	3	76	0,32		
	4	17	0,39		
	5	19	0,25		
	6	45	0,42		

Fra tabellen leser vi at svarprosenten på flervalgsoppgaver varierer mye fra oppgave til oppgave. Det var bare 11 % av elever som svarte riktig på Oppgave 3 fra 2008, mens Oppgave 4 fra 2007-settet fikk 90 % riktige svar (se også Figur 6.1). I løpet av årene 2003 – 2009 var gjennomsnittlig totalskår 31 %, mens i gjennomsnitt svarte 45 % av elevene riktig på flervalgsoppgavene (se også Figur 6.2). Dette gir 14 prosentpoeng forskjell mellom disse to

skårene. Hvert år observerer vi likt mønster, nemlig at elevene skårer bedre på flervalgsoppgavene enn på hele oppgavesettet. Det at gjennomsnittsskåren for alle oppgaver er lavere enn gjennomsnittsskåren på flervalgsoppgaver betyr at gjennomsnittlig skår på åpne oppgaver må være lavere enn gjennomsnittlig totalskår. Dette betyr igjen at elevene skårer mer enn 14 prosentpoeng bedre på flervalgsoppgaver enn på åpne oppgaver, noe som kan indikere at flervalgsoppgavene er lettere for elevene enn de åpne oppgavene. Det at elevene kan gjette på flervalgsoppgavene, kan trolig forklare en betydelig del av denne forskjellen. En annen faktor kan være at elevene på flervalgsoppgavene kan se nærmere på alle svaralternativene og velge bort de som virker urimelig. Et eksempel på en slik strategi kan være analysing av enheter når svaralternativene er oppgitt i form av ligninger. Ved å finne enhetene til hver av ligningene kan man velge bort de svaralternativene hvor enhet ikke stemmer med størrelsen som oppgave spør etter.

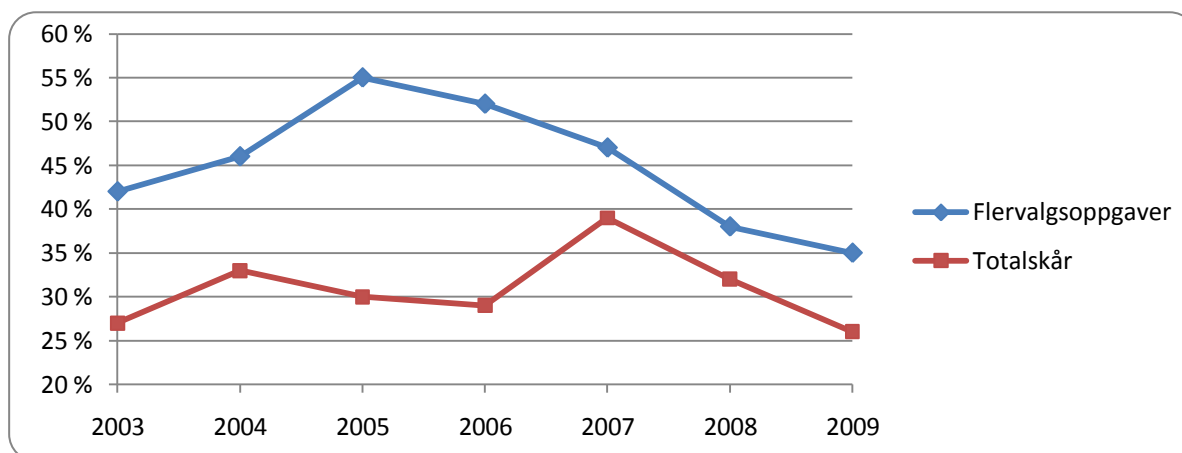
Figur 6.1 viser oversikt over svarprosenten (vanskegraden) for flervalgsoppgavene, sortert etter økende vanskegrad. Fra figuren ser vi igjen at det var god spredning i vanskegraden av flervalgsoppgavene i Fysikkolympiaden i årene 2003 – 2009, men det er færre lette oppgaver enn det var i TIMSS Advanced (Lie, et al., 2010). Ikke bare er det spredning i en samling av oppgaver fra 2003 – 2009, men også i oppgavesettene fra hvert år finner vi liknende spredning.



Figur 6.1: Oversikt over svarprosenten for flervalgsoppgavene, sortert fra de vanskeligste for de letteste.

Figur 6.2 viser oversikt over den gjennomsnittlige svarprosenten for både flervalgsoppgavene og totalskår. Fra figuren ser vi at for alle år er flervalgsoppgavene mindre vanskelig enn hele uttaksprøven. Vi ser også at vanskegraden (svarprosenten) varierer mye fra år til år, uten at vi

ser noen tydelige trender i variasjonene. Det er heller ingen grunn til å forvente noen trender i dette.

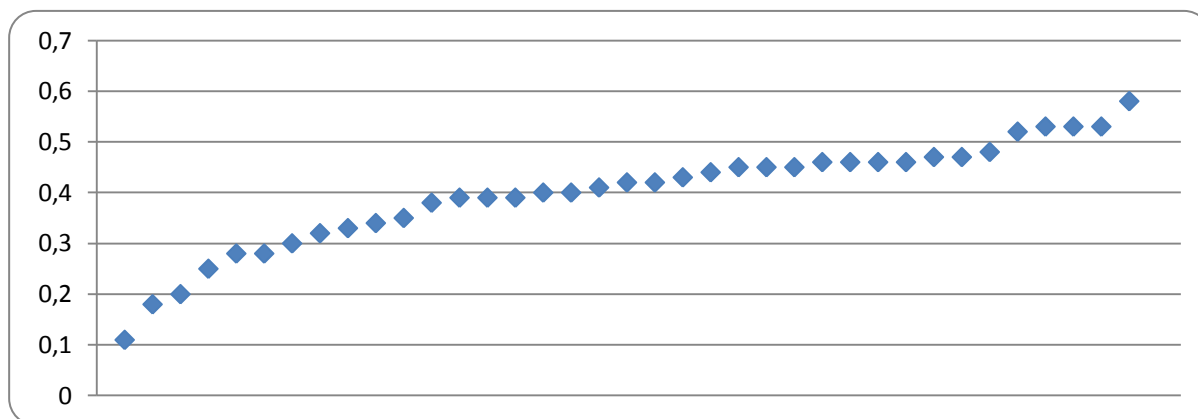


Figur 6.2: Oversikt over gjennomsnittlig svarprosent for flervalgsoppgavene og totalskår for hvert år fra 2003 til 2009.

I sammenliknende studier, slik som TIMSS Advanced, bruker man oppgavens svarprosent som rangeringsverktøy, ikke mellom individer, men mellom årskull og også mellom land. For at svarprosenten kan brukes til å si noe om forandringene i kompetansen til elevene over tid, må forskjellige årskull svare på nøyaktig samme oppgaver. Derfor er en del av oppgavene fra TIMSS Advanced ikke gjort tilgjengelig. Disse oppgavene skal brukes om igjen, og dette hjelper med å danne seg et bilde av hvordan kunnskapene og ferdighetene til elevene i en viss alder forandrer seg med tiden. Alle oppgaver fra alle Fysikkolympiader er derimot tilgjengelig. Ingen oppgaver brukes om igjen, og det finnes ikke noe system, slik som i TIMSS, som sammenligner oppgavene fra år til år og omregner skårene fra disse oppgavene. Derfor kan svarprosentene fra Fysikkolympiaden ikke brukes til å si noe om kunnskaper til et årskull i sammenligning med et annet. Svarprosentene kan brukes utelukkende som mål på oppgavens vanskegrad.

Tabell 6.1 viser, i tillegg til andre data, korrelasjonskoeffisienter (Pearsons r) som viser samvariasjon mellom skår på hver oppgave og totalskår eleven fikk. Figur 6.3 viser oversikt over Persons r for flervalgsoppgavene, sortert fra minst til størst. Vi ser fra figuren at de fleste r -ene ligger over 0,3, noe som indikerer at de fleste oppgavene fra Fysikkolympiaden fungerer bra som testoppgaver, det vil si diskriminerer godt mellom gode og mindre gode elever. Det er bare tre oppgaver som har r på opp til 0,2. Følgende oppgaver er i den

sistnevnte gruppen: 2004 – 2, 2004 – 4 og 2007 – 8. Oppgave 2 fra 2004 fikk veldig høy svarprosent, nemlig 72 %. I et slikt tilfelle, når det er mange elever som svarer riktig, er det både svake og sterke elever som gjør det, og derfor er korrelasjonskoeffisienten mellom skåret på oppgaven og totalskåret lav. De resterende to oppgavene blir analysert senere i dette kapitlet.



Figur 6.3: Oversikt over Persons r for flervalgsoppgavene, sortert fra minst til størst.

I TIMSS Advanced 2008 var gjennomsnittlig svarprosent for norske elever 47 % (Lie, et al., 2010). I Fysikkolympiaden er gjennomsnittet mye lavere, nemlig 31 % for alle årene 2003 – 2009. Gjennomsnittet for år 2008, det vil si for det samme årskullet som var med i TIMSS Advanced, er 32 %. Selv om tallene ikke er direkte sammenlignbare, så antyder de at olympiadens oppgaver er vesentlig vanskeligere. Fra kapittel 4 vet vi at på to tredjedeler av skolene deltar bare elevene som spesielt ønsker dette, noe som gjør at elevene som ikke er interesserte og/eller gode i fysikk uteblir. Dette gjør at elevmassen som deltar i olympiaden ligger over gjennomsnittet for alle norske elever. Slikt sett er det sannsynlig at denne elevgruppen ville skåret bedre på TIMSS Advanced 2008 enn gjennomsnittet av norske elevene gjorde. Når man tar dette i betraktning, kan man konstatere at oppgavene i Fysikkolympiaden er mye vanskeligere enn oppgaver elevene løser ellers.

Tabell 6.2 gir oversikt over den gjennomsnittlige svarprosenten på oppgavene fra hver kategori fra *Innholdsdimensjon*, *Kognitiv dimensjon* og *Matematisk dimensjon* over årene 2003 – 2009. Fra tabellen leser vi at det er store variasjoner i svarprosenten mellom kategoriene i hver dimensjon. I tabellen står hver gjennomsnittlig svarprosent oppgitt med standardavvik, samt antall oppgaver i hver kategori. Siden svarprosenten representerer oppgavens vanskegrad, kan vi si at denne varierer mye. Det er helt naturlig at det er stor

forskjell i vanskegraden innenfor *Innholdsdimensjonen*. Blant oppgavene i hver kategori i denne dimensjonen burde vi finne både lette og vanskelige oppgaver. Fra tabellen leser vi at det er størst spredning i vanskegraden blant oppgaver fra kategorien *Elektrisitet*. Derimot har oppgavene fra kategori *Bølger og lys* veldig lik vanskegrad. I denne kategori er det bare tre oppgaver, så vi kan ikke legge alt for mye vekt på det på grunn av det lille antallet. Egentlig er det veldig få oppgaver i de fleste kategoriene i *Innholdsdimensjonen*, med unntak for *Mekanikk*, som rommer 17 oppgaver.

Tabell 6.2: Gjennomsnittlig svarprosent på oppgavene fra hver kategori.

Dimensjon og kategori	Gjennomsnittlig svarprosent (%)	Standardavvik	Antall oppgaver
<i>Innholdsdimensjon</i>			
Mekanikk	48	18	17
Elektrisitet	36	22	7
Varme og temperatur	26	13	5
Atom- og kjernefysikk	62	23	5
Bølger og lys	48	2	3
<i>Kognitiv dimensjon</i>			
Anvendelse	50	24	16
Resonnering	40	17	21
<i>Matematisk dimensjon</i>			
Ett trinns anvendelse/resonnering	71	16	4
Graftolkning	46	25	5
Manipulasjon, regneferdigheter og algebra	37	17	23
Resonnering/anvendelse uten algebra	50	18	6

Kategoriene i den kognitive dimensjonen i TIMSS Advanced er til en viss grad knyttet til vanskegraden. Her anvendte jeg kategoriene fra TIMSS Advanced i uendret form. Fra tabellen kan vi se at oppgavene i kategorien *Anvendelse* er i gjennomsnittet ti prosentpoeng mindre vanskelige enn *Resonnerings*-oppgaver.

Kategori *Ett trinns anvendelse/resonnering* har høyest svarprosent av alle kategoriene, med andre ord rommer den de aller enkleste oppgavene. I tillegg er spredning i vanskegraden liten i denne kategori, noe som viser at det i Fysikkolympiaden ikke finnes vanskelige oppgaver som tilhører kategori *Ett trinns anvendelse/resonnering*. Igjen er det så få oppgaver i denne kategorien at vi ikke kan legge alt for mye vekt på vårt resonnement.

I *Matematisk dimensjon* skåret elevene dårligst på oppgaver fra kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra*. Sistnevnte kategori fikk også lavest skår i TIMSS Advanced 2008. Samtidig er den gjennomsnittlige svarprosenten for kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* den mest sikre, siden kategorien omfatter mange oppgaver. Standardavviket for svarprosenten i denne kategori er stort nok til at vi kan trekke den konklusjon at oppgavene spenner over et bredt spekter av vanskegrader. Det er egentlig slik som vi kunne forvente, fordi kategorien inkluderer oppgaver som trenger flere enn ett trinns bruk av algebra. Flere enn ett kan være mange forskjellige antall trinn, hvor hvert trinn trolig øker oppgavens vanskegrad.

Ovenfor nevnte funn knyttet til vanskegraden i oppgavene fra *Matematisk dimensjon* stemmer godt overens med resultatene fra 2008 (Lie, et al., 2010), hvor elevene også skåret dårligst på oppgaver fra kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra*. I TIMSS Advanced skåret elevene nesten like godt på oppgavene fra de tre kategoriene *Graftolkning, Ett trinns anvendelse/resonnering* og *Kjennskap*. Svarprosenten på oppgavene fra *Resonnering/anvendelse uten algebra* plasserte seg mellom de ovenfor nevnte kategoriene og kategoriene *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra*. Fysikkolympiaden bruker ikke *Kjennskap*-oppgavene, men bortsett fra resultatene fra oppgavene i *Graftolkning* ser vi lignende mønster som i TIMSS. Det at oppgavene fra Fysikkolympiaden skaper lignende bilde som undersøkelsen TIMSS Advanced gjør, viser at samme type oppgaver er vanskelige for både ”alle” elever og for olympiadens deltagere.

6.2 Analyse av oppgaver fra kategorien *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra*

Kategori *Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* fra *Matematisk dimensjon* ble valgt for å gjennomføre analyser av enkelte oppgaver. Det er 23 oppgaver i denne kategorien. Denne kategorien ble valgt på grunn av den hadde den laveste svarprosenten blant kategoriene i *Matematisk dimensjon*, både i TIMSS Advanced og i Fysikkolympiaden. Analysen av oppgavene som var vanskelige for elever kan skape et mer interessant bilde av elevenes forståelse og kunnskaper i fysikk enn analysen av enkle oppgaver kunne gi. I tillegg rommer kategorien oppgaver fra alle kategoriene i *Innholdsdimensjon*, noe som gjør at i analysen vil vi gå gjennom hele spektret av faglige tema som finnes i Fysikkolympiaden.

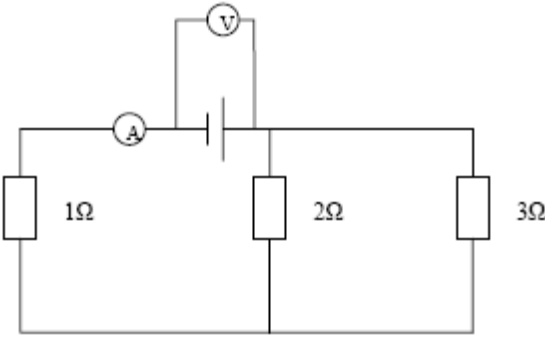
I analysen av elevenes svar på olympiadens oppgaver blir tilfeldig gjetting – det vil si de tilfeller hvor elevene velger ett av de oppgitte svaralternativene uten noen form for vurdering – stort sett ikke mye diskutert fordi omfanget av slik gjetting er umulig å vite noe om. Prosentandelen riktige svar for en oppgave inneholder alltid svar både fra elever som regnet/resonnerte seg til dette svaret og fra elever som gjettet. På denne måten vil den virkelige prosenten riktige svar være lavere enn prosenten som er funnet her. Det som er nevnt i analysen er delvis gjetting, hvor elevene ut fra vurdering av svaralternativene kan finne ut at bare noen av disse kan være riktige, og deretter velge tilfeldig ett av alternativene.

Tabell 6.3 presenterer oversikt over oppgavene som blir analysert.

Tabell6.3: Oversikt over analyserte oppgavene. Forkortelsene i tabellen betyr følgende: Innholdsdimensjon: **M** – Mekanikk, **E** – Elektrisitet, **T** – Varmer og temperatur, **A** – Atom- og kjernefysikk, **B** – Bølger og lys, Kognitiv dimensjon: **K** – Kjennskap, **A** – Anvendelse, **R** – Resonnering

oppgave		Innholdsdimensjon	Kognitiv dimensjon
år	nummer		
2003	1	E	A
	2	A	A
	3	M	R
	4	M	R
2004	1	A	A
	4	M	R
	5	B	R
	6	T	R
2005	4	M	A
2006	1	M	R
	4	T	R
2007	1	M	R
	3	A	A
	6	E	R
	8	M	R
2008	1	T	A
	2	M	A
	3	E	R
	4	M	R
2009	2	T	A
	4	T	A
	5	E	A
	6	M	R

I de neste avsnittene presenteres oppgavene og analysen av elevsvarene. Tabellene presenterer oppgaveteksten, svarfordelingen, kategoriseringen og korrelasjonskoeffisienten. Analysen er plassert etter hver tabell.

År 2003 Oppgave 1	<i>Elektrisitet</i>
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,48$	<i>Anvendelse</i>
 <p>I kretsen på figuren viser voltmeteret 8,8 V. Hva viser da amperemeteret?</p> <p>A. 1,5 A B. 4 A C. 4,8 A D. 16 A</p> <p>Svarfordeling: A: 15 % B: 35 % - riktig svar C: 33 % D: 14 % Blank: 3 %</p>	

Oppgaven handler om en krets med tre motstander, hvorav to er koplet parallelt og deretter i serie med en tredje motstand. For å løse oppgaven og finne strømmen i hovedkretsen, må elevene først finne resultantresistansen for de to parallellkoplete motstandene, og så bruke denne for å finne resultantresistansen i hele kretsen. Etter det må Ohms lov, som er kjent som $U = RI$, omskrives til $I = U/R$. Med andre ord må elevene utføre tre matematiske operasjoner for å finne løsning. Elevene spørres ikke eksplisitt om å finne strømmen i hovedkretsen, men om hva amperemeteret viser. Dette kan bidra til liten økning av vanskegraden i oppgaven, særlig for elever som ikke er fortrolige med bygging av kretser, og samtidig gjøre at elevene må beherske to representasjonsformer av strøm, én som matematisk størrelse som inngår i

Ohms lov, og én som avlesing av måleinstrumentet. Kretsens sidegren med resistans $3\ \Omega$ er tegnet litt annerledes enn det er gjort i lærebøkene, hvor sidegrener vanligvis er mindre enn hovedgrenen. Slik tegnemåte kan bidra til at parallell- og seriekopling blir mer vanskelig å gjenkjenne.

Bare 35 % av elevene svarte riktig, mens nesten samme andel elever valgte alternativ C. Det er ikke mulig å regne seg til strømverdi på 4,8 A ved å forveksle parallell- med seriekopling. Slike forvekslinger leder til svaralternativer A og D, og begge fikk nesten like svarprosjenter. En måte å forklare høy svarprosent på alternativ C på, kan være at elevene tok feil da de delte 8,8 V på $2,2\ \Omega$ ($2,2\ \Omega$ er resultantresistansen i kretsen), kanskje brukte de ikke kalkulator, men regnet i hodet i stedet. Da delte de bare det første 8-tallet og glemte det andre. Ellers kan vi si at distraktor C er et eksempel av en typisk distraktor fra en testoppgave, nemlig distraktor uten mening.

Korrelasjonskoeffisienten mellom det riktige svaralternativet og totalskåret er nesten lik 0,5, noe som indikerer at det var flinke elever som i ganske stor grad fikk til denne oppgaven. Korrelasjonskoeffisienten mellom alternativ C og totalskår er lik -0,20, noe som igjen viser at i noen grad var det svake elever som valgte 4,8 A til sitt svar. Dette, sammen med forrige funn, at det var elevene som skåret høyt på samlet oppgavesett som skåret høyt også på denne oppgaven, og kan lede til konklusjon at oppgaven fungerer bra som en testoppgave, og samtidig er litt vanskelig.

År 2003 Oppgave 2	Atom- og kjernefysikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,46$	Anvendelse
<p>I hydrogenspekteret finnes det fotoner med energien $E = \frac{5B}{36}$ der B er Bohrs konstant. Fotonene skyldes energispranget:</p> <p>A. $n = 2 \rightarrow n = 1$ B. $n = 3 \rightarrow n = 2$ C. $n = 4 \rightarrow n = 2$ D. $n = 5 \rightarrow n = 2$</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 9 % B: 58 % - riktig svar C: 15 % D: 11 % Blank: 7 %</p>	

Bohrs modell for hydrogenatomet er et av emnene i 2FY, og gjennomgås med elevene i andre semester i andre klasse av videregående skole. Løsning av oppgaven krever at eleven kan bruke Bohrs andre postulat, som sier at ved overganger mellom energitilstander sendes det fotoner med energi som er lik forskjellen mellom tilstanders energier. Sammen med dette må elevene anvende uttrykk for energinivåene i hydrogenatomet, noe de kan hente fra formelsamlingen. Høy svarprosent viser at mange elever er fortrolige med regning knyttet til Bohrs modell, selv om de gjennomgikk dette tema for et halvt år siden. Persons r er ganske høy for denne oppgaven, særlig når man samtidig ser på den høye svarprosenten. Som forklart i kapittel 3.3, gjør høy svarprosent at korrelasjon med totalskår kan bli lav, siden mesteparten av elevene svarer riktig. Ser vi derimot på korrelasjoner mellom andre svaralternativer, heri inkludert blankt svar, og totalskår, er situasjon annerledes. Alle korrelasjonskoeffisientene viser seg til å være negative, noe som igjen viser at det hovedsakelig var svake elever som valgte ”gale” svaralternativer, eller ikke svarte. Derfor kan vi si at oppgaven diskriminerer godt mellom gode og mindre gode elever og samtidig er en ganske lett oppgave.

År 2003 Oppgave 3	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,58$	Resonnering
<p>For to gjenstander A og B har vi at $E_{kA} = 2E_{kB}$ og $p_A = 3p_B$ der E_k er kinetisk energi og p er bevegelsesmengde.</p> <p>Hva blir forholdet mellom massene $\frac{m_A}{m_B}$?</p> <p>A. $\frac{3}{2}$</p> <p>B. $\frac{2}{3}$</p> <p>C. $\frac{9}{2}$</p> <p>D. 6</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 19 %</p> <p>B: 18 %</p> <p>C: 46 % - riktig svar</p> <p>D: 11 %</p> <p>Blank: 6 %</p>	

Bevegelsesmengde og dens bevaring var et av de første temaene i 3FY, uansett hvilken bok som bruktes. Begge bøkene repeterer også kinetisk energi i forbindelse med introduksjon av

bevegelsesmengde. Det er imidlertid ikke alle lærere som gjennomgår pensum i samme rekkefølge som bøkene gjør. Ellers kunne man kanskje forvente en større enn nesten nøyaktig gjennomsnittlig skår på denne oppgaven. Korrelasjonskoeffisienten mellom det riktige svaralternativet og totalskår er lik 0,58, og det er den høyeste verdien for alle flervalgsoppgaver som analyseres her.

For å løse oppgaven måtte elevene sette uttrykkene for bevegelsesmengde og kinetisk energi (som kunne hentes fra formelsamlingen) inn i oppgitte sammenhenger: $E_{kA} = 2E_{kB}$ og $p_A = 3p_B$. Dette ga et ligningssett med fire ukjente. Videre måtte de eliminere hastighetene, for å så regne ut forholdet mellom massene. Nesten halvparten av elevene klarte dette, og fra høy verdi av Persons r vet vi at det var de flinke som gjorde dette.

Begge svaralternativene A og B inneholder tall 2 og 3, det vil si de samme tallene som forekommer i ligningene i oppgaveteksten. Man kan tenke seg at elevene som valgte disse alternativene ikke løste oppgaven, men gjettet seg til svaret. Korrelasjonskoeffisienten mellom de samlede svarene på alternativene A og B og totalskåret er lik -0,39, noe som viser at det var hovedsakelig svake elever som valgte disse gale svarene.

År 2003 Oppgave 4	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,45$	Resonnering
<p>I en modell av solsystemet tenker vi oss at avstanden mellom sola og jorda er halvparten av den virkelige avstanden. Radien i sola og jorda halveres også, mens massetetthetene er uforandret. Hva blir da forholdet mellom årets lengde i modellen og det virkelige jordåret?</p> <p>A. $\frac{1}{4}$ B. $\frac{1}{2}$ C. 1 D. 2 E. 4</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 27 % B: 22 % C: 28 % - riktig svar D: 9 % E: 6 % Blank: 8 %</p>	

I kapittel 2.2.2 diskuterte vi hvor vanskelig matematikken er i fysikkoppgavene. Konklusjonen var at det ofte ikke er selve matematikken, men overgangen mellom fysikk og

matematikk som skaper problemer. Denne oppgaven er skrevet i ord uten et eneste tall, dog må det regnes en del her! Før regningen kan begynne, må elevene nettopp oversette oppgaveteksten til matematiske ligninger. For å løse oppgaven må elevene identifisere at gravitasjonskraften som virker fra solen på jorden er sentripetalkraften som holder jorden i bane, ergo er de like. Det er ganske sannsynlig at elevene gjorde dette i en fysikktime, men her er de ikke eksplisitt bedt om det, de må selv komme på at dette er riktig måte å tilnærme seg oppgaven på. Videre må elevene bruke et uttrykk som binder sammen massen med massetettheten for en kule (jorden og solen), og forstå at omløpstiden T er dette årets lengde som de skal forholde seg til i oppgavens spørsmål.

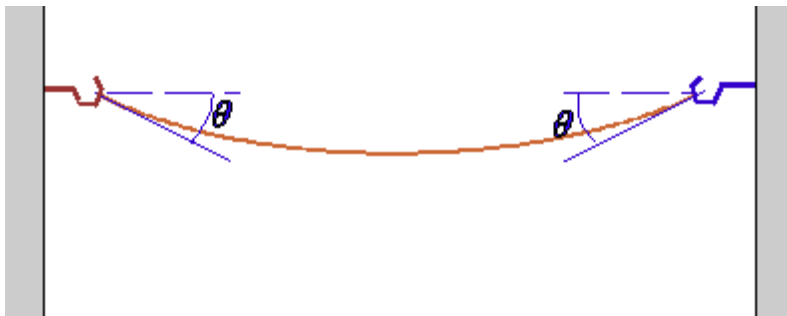
Lav svarprosent kombinert med høy korrelasjonskoeffisient viser at oppgaven er ikke lett, og at det er hovedsakelig flinke elever som finner riktig svar, noe som gjør oppgaven til en god, men vanskelig testoppgave. Korrelasjonskoeffisienten mellom svaralternativet A og totalskåret er negativ, $-0,14$, noe som viser at til en viss grad var det svake elever som valgte dette svaret. Alternativ A ble valgt av nesten samme antall elever som det riktige alternativet C. Det kan tenkes at elevene som valgte alternativ A tenkte at halvering av både avstanden mellom og radier til planetene må resultere i at årets lengde blir til en fjerdedel av opprinnelig lengde, siden $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.

År 2004 Oppgave 1	Atom- og kjernefysikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,39$	Anvendelse
<p>For et elektron er forholdet $\frac{q}{m}$ mellom ladningen q og massen m</p> <p>A lik null</p> <p>B like stort som for et proton</p> <p>C like stort som for et nøytron</p> <p>D større enn for et proton</p> <p>E mindre enn for et proton</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 4 %</p> <p>B: 7 %</p> <p>C: 3 %</p> <p>D: 55 % - riktig svar</p> <p>E: 27 %</p> <p>Blank: 4 %</p>	

I kapittel 3.2 skrev jeg at ” Kategorisering i forhold til *Kognitiv dimensjon TIMSS* var mest vanskelig på grunn av litt uklar grense mellom dens to kategorier”. Denne oppgaven er et eksempel på en slik vanskelighet, dog ikke mellom *Resonnering* og *Anvendelse*, men mellom *Anvendelse* og *Kjennskap*. For å løse oppgaven må elevene kjenne til massene og ladninger til elektron, nøytron og proton, og dette er ren kunnskap (som kunne hentes fra formelsamling). Grunnen til at oppgaven til slutt ble kategorisert som *Anvendelse* er at ovenfor nevnte kunnskap må brukes videre, elevene må lage forhold mellom ladning og masse for hver av partiklene for å så sammenligne forholdene. Sistnevnte ble vurdert som mer krevende enn selve kunnskapsbiten, og derfor havnet oppgaven i kategori *Anvendelse*.

Med 55 % riktig svar og korrelasjonskoeffisient på nesten 0,4 kan vi konkludere at det var flinke og mellomflinke elever som fikk poeng for denne oppgaven. Lav prosentandel for alternativ C kan tolkes som at elevene husker godt at nøytroner ikke har ladning. Korrelasjonskoeffisienten mellom svaralternativet E, som fikk nest størst svarprosent, og totalskåret er negativ, - 0,23. Dette viser at få flinke valgte E som svar.

Det at det var forholdsvis mange elever som valgte svaralternativet E i motsetning til andre distraktorer, kan vise at noen elever har problemer med sammenligning av brøker. Etter at elevene satt inn riktige tall for masse og ladning fikk de to brøker. Brøkene hadde samme tellere men ulike nevner, og i slik tilfelle blir verdi av brøken med største teller mindre enn verdi av brøken med mindre teller. Det er mye som tyder på at noen elever ikke behersker brøkgregningen godt nok. Derfor kan vi konkludere at i denne oppgaven var det selve matematikken, og ikke overgangen mellom matematikk og fysikk, som skapte problemer.

År 2004 Oppgave 4	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,18$	Resonnering
<p>Et jamntykt fleksibelt tau med massen m henger fritt i en bue mellom to kroker i samme høyde. Tangentene til tauet i opphengspunktene danner vinkelen θ med horisontalplanet. Hva blir snordraget i det laveste punktet på tauet?</p>	
<p>A 0</p> <p>B $\frac{mg}{2}$</p> <p>C $\frac{mg}{2 \tan \theta}$</p> <p>D $mg \cos \theta$</p> <p>E $\frac{mg}{\sin \theta}$</p>	
	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 12 %</p> <p>B: 9 %</p> <p>C: 27 % - riktig svar</p> <p>D: 14 %</p> <p>E: 34 %</p> <p>Blank: 4 %</p>	<p>Korrelasjon med totalskår:</p> <p>A: - 0,04</p> <p>B: - 0,03</p> <p>C: 0,18</p> <p>D: - 0,21</p> <p>E: 0,05</p> <p>Blank: - 0,02</p>

Oppgaven har ikke bare lav skår, men også en av de laveste korrelasjonskoeffisientene mellom riktig svar og totalskår. På grunn av sistnevnte laget jeg en tilleggsdel i tabellen med korrelasjonskoeffisientene mellom andre svaralternativene og totalskåret. Eneste positive korrelasjon forekommer for alternativ E, som også er det mest valgte svaralternativet. Dette viser at flinke elever i større grad valgte alternativ E enn andre uriktige alternativer.

Med en snor kan man bare dra og ikke dytte. Snordraget er kraften inne i snoren og parallelt med snoren som er ansvarlig for dette draget. Henger et lodd på et tau, er snordraget i tauet lik tyngdekraften på loddet (antatt masseløs snor). Denne oppgaven spør om snordraget i det laveste punktet på tauet. I det laveste punktet, akkurat der, er tauet horisontalt. Siden snordraget bare virker langs snoren, finnes det bare horisontal komponent i det laveste punktet. Den horisontale komponenten er den samme langs hele tauet, ergo er den lik horisontale komponenten av snordraget i opphengspunktet. Man kan regne hele snordraget og den horisontale komponenten ut fra at den vertikale komponenten i opphengspunktet, som er,

$mg/2$. For å løse oppgaven kan man også oversette situasjon i oppgaven ved å spørre om hvor stor horisontalt kraft man ville måtte utføre på halve tauet for at tauet henger slik som det henger i oppgaven samtidig som det er i ro.

TIMSS 1995 (Angell, Kjærnsli, & Lie, 1999) inneholder en flervalgsoppgave som dreier seg om snordraget mellom to kuler - med forskjellige masser - i fritt fall (oppgave H04). Kulene er koblet sammen med et tau og er plassert over hverandre, kulen med masse m på toppen og kulen med masse $2m$ nederst. I tilfellet når objekter faller fritt, er snordraget lik null. 46 % av norske elever valgte riktig svaralternativ. En tredjedel av dem valgte distraktor mg , og disse ”resonnerer trolig med at kula med størst masse må dra på den andre med kreften mg ” (Angell, et al., 1999, s. 120). TIMSS-eksempelet viser at problematikken rundt snordraget er vanskelig for elevene.

En mulig forklaring på høyt prosent svar på alternativet E i oppgaven her er at elevene tror at snordraget er det samme i hele snoren. Snordraget i opphengspunktet er $mg/2\sin\theta$, et uttrykk som ligner veldig på E. Hvis dette uttrykket var gitt som alternativ E, kunne dette kanskje resultert i at enda flere elever ville ha valgt E. Det er også mulig at noen elever regnet snordraget i opphengspunktet som $mg/\sin\theta$, noe som kunne skje hvis de tok tyngden av hele tauet som utgangspunkt for utregningene. Vi kan også tenke at elevene valgte svaralternativet E fordi de overså at oppgaven spør om snordraget i det laveste punktet på tauet. Er dette mulig? Oppgaveteksten består av tre setninger. De to første setningene forklarer at tauet henger mellom to kroker, samt beskriver den vinkelen som tauet danner med horisontalplanet i opphengspunktet. Først i siste setning, der hvor spørsmålet til oppgaven ligger, er det laveste punktet til tauet nevnt. I oppgaven er det også en figur som illustrerer situasjonen beskrevet i oppgaveteksten. På figuren er vinklene ved begge opphengspunktene tegnet, og disse drar oppmerksomheten mot seg. Jeg tror at et spørsmålstegn tegnet ved det laveste punktet ved tauet ville trekke elevenes oppmerksomhet til seg og kanskje kunne bidra til at flere hadde svart riktig.

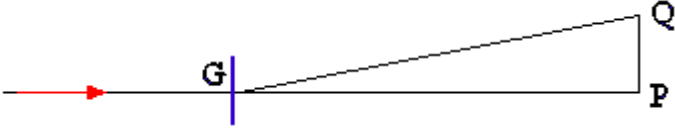
Alternativene A, B og D ble ikke avkrysset av veldig mange, men samtidig var prosentandelene ikke så lave som i den forrige oppgaven. I tillegg har alle disse alternativene negativ korrelasjon med totalskåret. I svaralternativ A er snordraget lik null. I kapittel 2.2.2 nevnte vi at ”virkeligheten blir ikke avbildet i fysikk som den er, men presentert i en idealisert form ... pendelens snor er (ofte) masseløs”. I denne oppgaven er virkeligheten ikke idealisert,

men kanskje det er nettopp dette som skaper problemer. Kanskje elevene lever i en verden med to virkeligheter, den første er egentlig virkelighet slik som de kjenner rundt seg, og den andre er den som man jobber med i fysikktimene. I fysikktimene har tauet ingen masse. Det henger ofte et lodd på tauet, men her er det ikke noe lodd som kunne dra i tauet. Derfor blir det ikke noe snordrag i dette tilfellet.

Distraktor B ble valgt av veldig få elever. Grunnen kan være at dette svaret er så ”enkelt”, uten noen trigonometrisk funksjon til en vinkel som er så tydelig tegnet på figuren. Elevene som valgte B, kunne derimot forveksle vertikal komponenten av snordraget i opphengspunktet med det som oppgaven egentlig spør om. Alternativ D korrelerer mest negativ med totalskåret, noe som viser at det var flere svake enn sterke elever som valgte dette alternativet. Kanskje er det slik fordi flere flinke elever ”resonnerte seg bort” fra dette svaret. Hvis snordraget er lik $mg \cos \theta$, vil det maksimale mulige snordraget i tauet være lik $mg \cos 0 = mg$, som er tauets vekt. De som har forsøkt å spenne snor for tørking av klær vet at man må strekke snoren med mye større kraft enn den som tilsvarer snorens vekt.

Oppgaven er uten tvil vanskelig. Vanskeligheten ligger hovedsakelig ikke i beregningene, selv om også enkle beregninger kan være vanskelige. Alt som trengs for å finne løsningen er litt trigonometri. Vanskeligheten må derfor ligge i selve fysikken og dens oversettelse til matematiske ligninger. I oppgaven må elevene bevege seg mellom flere representasjonsformer, som billedlig, matematisk, grafisk og konseptuell. Som nevnt ovenfor er det også mulig at noen elever har misforstått hvilken snordrag de skulle finne.

Denne oppgaven fungerer ikke bra som testoppgave fordi korrelasjonskoeffisienten er altfor lav. Krysstabellen (Appendiks 3) viser at også blant elevene med høye totalskår finner vi elever som svarte galt på denne oppgaven. Oppgaven fungerer derimot bra som diagnostisk oppgave fordi den skaper et bilde av elevenes forståelse rundt og forestillinger om tematikken snordrag.

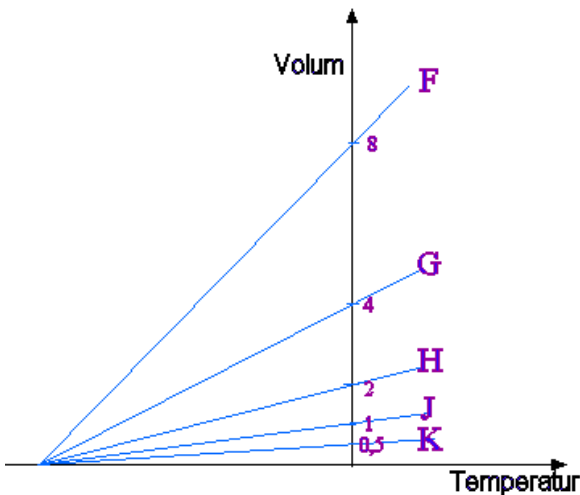
År 2004 Oppgave 5	Bølger og lys
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,38$	Resonnering
 <p>Monokromatisk lys treffer vinkelrett på et gitter G. En skjerm fanger opp det sentrale maksimum ved P, og første ordens maksimum ved Q. (Vinkel PGQ er liten)</p> <p>Dersom gitteret krymper 1 % i alle sine dimensjoner, vil avstanden PQ på skjermen</p> <p>A øke med 1 % B øke med 0,5 % C forbli uendret D avta med 0,5 % E avta med 1 %</p> <p>Svarfordeling: A: 46 % - riktig svar B: 10 % C: 10 % D: 7 % E: 22 % Blank: 5 %</p>	

Nesten halvparten av elever svarte riktig, selv om oppgaven dreier seg om 2FY-stoff gjennomgått om lag ett år før olympiaden. Oppgaveteksten er igjen nesten uten tall, men inneholder en tegning som illustrerer geometrien og hjelper til å forstå oppgaven. Løsningen krever at elevene bruker formelen $d \sin \theta = n\lambda$, gjenskjenner at $n = 1$, samt finner ut hvordan vinkel PGQ (som er den samme som vinkel θ i formelen) hører sammen med avstanden PQ på skjermen. Sistnevnte var sannsynlig mest krevende, siden elevene kunne hente selve formelen fra formelsamlingen. Når det gjelder vinkelen derimot, måtte de resonnerer selv ved å ta utgangspunkt i informasjonen om at vinkelen er liten. For små vinkler kan man tilnærme sinus til vinkel med selve vinkelen og denne igjen med tangens: $\sin \theta \cong \theta \cong \tan \theta$. Siden $\tan \theta = \frac{PQ}{GP}$, får vi at $d = \frac{\lambda PG}{PQ}$, og vi ser at spalteavstanden d er omvendt proporsjonal med avstanden PQ mellom det sentrale og første maksimum på skjermen. Dette leder direkte til at 1 % krymping av d fører til at avstanden PQ øker med samme prosent.

Det var flere elever som krysset av for distraktor E enn for B. Disse svaralternativene er mest interessante, fordi de er delvis riktige. I alternativet E er det prosenttallet som er riktig, mens i B er det økningen av avstanden mellom maksima som er riktig. For å regne seg til riktig prosent (alternativ E), måtte elevene komme ganske langt i utregningene, særlig forstå at det er lineær avhengighet mellom avstand på skjermen og spalteavstanden. Hvorfor feilet de da med at avstanden øker? For å komme til riktig svar måtte elevene i denne oppgaven, som i oppgave 1 fra 2004, vite at brøken blir mindre når nevner øker. Vi kan da spørre om det var de samme elevene som hadde disse problemene i begge oppgaver, det vil si som krysset av for E i denne oppgaven og for E i oppgave 1 fra 2004. Fra krysstabellen (Appendiks 4) ser vi at det var 140 elever som krysset av for 1E og 114 elever som krysset av for 5E. Blant disse var det bare 31 elever som krysset av for både 1E og 5E. Dette tyder på at problemene med denne type brøkreknig er litt tilfeldige. Den norske rapporten til TIMSS Advanced (Lie, et al., 2010) påpeker at norske elever har problemer med brøker, og at dette gjelder selv ved helt enkle regnestykker.

Vi så nettopp at for å komme til et svar med riktig prosent må man utføre en del regning. I denne oppgaven bør vi også nevne gjetting som en mulig og viktig faktor, fordi prosenten i svaret er identisk med prosenten i oppgaveteksten. Distraktor E repeterer oppgitte data i oppgaveteksten, hvor 1 % krymping fører til at avstanden mellom maksima avtar med 1 %.

Er det mulig for elevene å finne ut uten regning at avstanden mellom maksima på skjermen bør øke når gitteret krymper? Laserpenner er ganske vanlige i våre tider og det er rimelig å anta at de fleste elever har lekt med dem i fritiden. Under en tilfeldig sending av laserstrålen, gjerne gjennom blomster eller andre ting, observerer man ingen interferensmaksima på veggen (skjermen). I fysikktimene kunne elevene observere maksima som oppsto på skjermen etter at en laserstråle ble sendt gjennom et gitter. Uten gitteret var det derimot bare ett punkt på skjermen. Det må være noe med gitteret, som gjør at strålen splittes og maksima oppstår. Siden det som er spesielt med gitteret er veldig små avstander mellom spaltene, må det være slik at jo mindre spalteavstanden er, desto mer spres lyspunktene på skjermen. En konsekvens av dette er at jo mindre spalteavstanden er, desto større blir avstanden mellom maksimaene på skjermen. Denne resonneringen fører til at det er enten alternativ A eller B som er riktig. Siden det er veldig få elever som valgte B kan vi anta at det var få som tok i bruk denne type resonnering.

År 2004 Oppgave 6	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,33$	Resonnering
<p>En ideal gass har massen m og utvider seg med det konstante trykket p. Linje H på figuren viser utvidelsen. Utvidelsen av massen $2m$ av den samme gassen ved det konstante trykket $\frac{p}{2}$ er vist med</p> <p>A linje F B linje G C linje H D linje J E linje K</p>	
	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 23 % - riktig svar B: 23 % C: 34 % D: 11 % E: 6 % Blank: 3 %</p>	

I denne oppgaven må elevene hente informasjon som er nødvendig for å finne løsning både fra teksten og fra grafen. Oppgaven ble ikke kategorisert som *Graftolkning* fordi tolkning av grafen ikke er hovedfokuset her. Det essensielle i oppgaven er kjennskap til tilstandsligningen for gasser hvor også gassens masse er med i bildet. I 2FY pensumet finnes det bare tilstandsligning for konstant gassmengde, med andre ord går denne oppgaven ut av pensum i fysikk. Dette bidrar til at denne oppgaven kan være ekstra vanskelig for elevene.

For å løse oppgaven må elevene bruke den ovenfor nevnte tilstandsligningen som inkluderer massen av gassen: $\frac{pV}{T} = \text{konstant} * m$, i tilfelle gassmasser m og $2m$. Som nevnt må elevene hente en del informasjon fra grafen, nemlig at ved en gitt temperatur er volumet av gassen med massen m lik 2 enheter. Det at enhetene for volum ikke er oppgitt på volumaksen, bidrar trolig til å øke oppgavens vanskegrad. Et videre vanskelighetsmoment ligger i at det ikke er opplagt hva oppgave spør om, det vil si at det er volumet av gassen med massen $2m$ som er av interesse her. Elevene som klarte de nevnte vanskelighetene, kunne regne seg fram til at volumet av gassen med massen $2m$ er fire ganger volum av gassen med masse m . De som

glemte at volumet av gassen med massen m var 2, krysset av for distraktor B. De som leste riktig volum fra grafen, valgte alternativ A. Siden det er flervalgsoppgave med predefinerte svaralternativer, noe som tillatter gjetting, var det sikkert flere elever som gikk for B, enn dem som glemt at volumet til gassen med masse m var lik 2.

Svaralternativ C, som foreslår at begge gassene utvider seg likt, fikk høyest svarprosent. En mulig grunn til dette kan være gjetting basert på forestilling at dobling av den ene og halvering av den andre størrelsen i tilstandligningen vil lede til null forandring totalt.

Mindre enn hver fjerde elev fikk til denne oppgaven, og det var gode elever som gjorde det, siden korrelasjonskoeffisienten er $r = 0,33$. Denne r -en er veldig høy tatt i betraktning oppgavens lave svarprosent. Oppgaven kunne derfor betraktes som ganske vanskelig og godt diskriminerende oppgave, hvis ikke oppgavens tema lå utenfor pensum, i alle fall i pensumets grenseland.

År 2005 Oppgave 4	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,53$	Anvendelse
<p>I et skrått kast danner startfarten 30° med bakken. Kastebanens høyeste punkt over bakken er h_1. I et annet kast danner startfarten 60° med bakken, og høyeste punkt over bakken er h_2. Verdien av startfarten er den samme i begge tilfellene.</p> <p>Hva blir forholdet mellom h_2 og h_1?</p> <p>A. $3/2$ B. 2 C. 3 D. $4/3$ E. 1</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 15 % B: 17 % C: 55 % - riktig svar D: 6 % E: 4 % Blank: 3 %</p>	

Bare fire prosent av elevene krysset av for E, det svaralternativet som påstår at den maksimale høyden i et skrått kast ikke avhenger av startfartens vinkel med bakken. Skrått kast var

pensum i 3FY og ble for de fleste gjennomgått før uttaksprøven til olympiaden. Høy andel av elever som svarer riktig viser at elevene er fortrolige med stoffet.

Hovedvanskeligheten i oppgaven er å finne uttrykk som binder sammen den maksimale høyden i kastet med den vertikale komponenten av startfarten og som samtidig ikke inneholder andre variable, som tid etc. Elevene må bruke ”en tidløs formel” $v^2 = v_0^2 + 2as$ (gjennomgått tidlig i 2FY), gjenkjenne at s i formelen blir høyden i oppgaven, og at når høyden er på sitt maksimum, er den vertikale komponenten av farten v lik null. Videre må riktig uttrykk for den vertikale komponenten av startfarten brukes, og maksimale høyder beregnes og sammenlignes. Hele 55 % av elevene klarte dette! Det er imponerende resultat, særlig når vi ser på det sammen med den store verdien av korrelasjonskoeffisienten – noe som viser at det var flinke elever som i stor grad fikk til denne oppgaven. Uttrykt på en annen måte, kan vi si at det var få som gjettet seg til riktig svar.

Alternativ B fikk nest størst prosentandel av svarene, samtidig er denne prosentandelen en tredjedel av det som riktig svar fikk. Svaralternativ B viser at når man doubler vinkelens størrelse, dobles også kastets maksimale høyde. Tydeligvis ble en del av elevene fristet av denne tanken.

Distraktorne A og D oppgir tall som det ikke er mulig til å regne seg til, i hvert fall hvis man gjør noe riktig. Verken forveksling av sinus med cosinus eller feil ved kvadrering gjør at forholdet blir $4/3$ eller $3/2$. Hvorfor over dobbelt så mange elever valgte sistnevnte er vanskelig å forstå.

År 2006 Oppgave 1	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,46$	Resonnering
<p>Vi kaster en stein rett oppover. Steinen når sin maksimale høyde h etter tiden t. Hvor høyt er steinen etter tiden $\frac{t}{2}$? Se bort fra luftmotstanden.</p> <p>A. $\frac{h}{4}$ B. $\frac{h}{3}$ C. $\frac{h}{2}$ D. $\frac{2h}{3}$ E. $\frac{3h}{4}$</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 17 % B: 3 % C: 24 % D: 16 % E: 39 % - riktig svar Blank: 1 %</p>	

Vertikalt kast var 2FY pensum, men siden skrått kast var pensum i 3FY hadde elevene mulighet å repetere ligninger og problematikken rundt kastene rett før uttaket for første runde av olympiaden.

Å løse oppgaven slik som den er presentert er vanskelig. Oppgaven ber om å finne høyden i et vertikalt kast etter at halvparten av kastets tid var gått. Begynner man med en gang med å skrive likninger, får man startfarten v_0 i ligningene. Uttrykk for høyde som funksjon av tid i vertikalt kast er følgende: $h = \frac{1}{2}gt^2 + v_0t$. Det blir vanskelig å kvitte seg med denne startfarten v_0 i regningen. Oppgaven blir mye lettere å løse, hvis man tenker motsatt tilfelle, nemlig fritt fall fra høyde h . Man kan gjøre dette fordi man i oppgaven er bedt om å se bort fra luftmotstanden. Startfarten i det frie fallet blir da null, slik som slutfarten i vertikalt kast er. Slutfarten i det frie fallet fra høyde h blir lik startfarten i det vertikale kastet som når til høyde h . Tiden er den samme i begge tilfeller. Høyde som funksjon av tid i fritt fall kan uttrykkes enklere enn forrige ligning, nemlig: $h = \frac{1}{2}gt^2$. Ved hjelp av ligningen kan man beregne avstanden som steinen har tilbakelagt i tiden $t/2$. Denne distansen er $h/4$. Siden vi har

omgjort kastet til fall, må vi også omgjøre steinens tilbakelagte høyde. Det får man til ved å subtrahere $h/4$ fra h , noe som gir $3h/4$ og gjør at det er alternativ E som gir riktig svar.

Hver fjerde elev valgte distraktor C, som sier at steinen når til halve høyden etter halve tiden. Dette ville ha skjedd hvis steinen hadde beveget seg med en konstant fart, ergo uten tyngdeakselerasjonen. Korrelasjonskoeffisienten er lik $r = -0,31$ for C og totalskår, noe som indikerer at det var svake elever som i stor grad krysset av for C.

Svaralternativ A er et interessant tilfelle. Som beskrevet ovenfor, ved å ”snu oppgaven på hodet” finner man høyden i fritt fall til å være $h/4$, nettopp alternativ A. Vi kan tenke oss at noen flinke elever gjorde om kastet til fritt fall, regnet høyden for å så glemme å snu situasjonen tilbake til slutt. Korrelasjonskoeffisienten mellom A og totalskåret er $r = -0,06$, noe som viser at det var både flinke og svake elever som krysset av for A. Vi kan tenke at de flinke regnet seg til høyden $h/4$, mens de svake gjettet. Det som gjør alternativet A spennende er at man må komme langt i utregningene for å få dette svaret, samtidig som dette svaret er noe som man først utelukker når man resonnerer rundt oppgaven. I vertikalt kast avtar farten med tiden. Mindre fart gir mindre tilbakelagt distanse ved gitt tid. Hvordan er det da mulig å nå bare til en fjerdedel av høyden i løpet av halve tiden, når farten samtidig i denne tiden er høyere enn i den andre? Kapittel 2.2.2 minner om forskning som viser at elever har problemer med tolkning av resultater, med å gi formler og tall i svaret en fysisk betydning. Svaralternativ A er valgt av mange flere elever enn alternativ B, som også kan utelukkes ved ovenfor nevnte resonnering. Dette kan indikere at det faktisk var noen elever som kom langt i utregningen, men som ikke var i stand til å tolke svaret sitt, eller ikke tenkte på at slik tolkning er viktig.

Distraktor D er umulig å regne seg til, men ved resonnering som over, kan en komme til konklusjon at steinen vil komme til i hvert fall mer enn halve høyden. Korrelasjonskoeffisienten mellom alternativ D og totalskåret er $r = -0,13$, noe som tyder på svak samvariasjon, men korrelasjonen er sterkere enn for alternativ A.

År 2006 Oppgave 4	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,35$	Resonnering
<p>Antallet luftmolekyler i et vanlig klasserom er omtrent:</p> <p>A. 10^{15} B. 10^{28} C. 10^9 D. 10^{23} E. 10^{35}</p> <p>(Tips: Du kan få bruk for tilstandslikningen for gasser som kan skrives $pV = NkT$ der $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K)</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 4 % B: 45 % - riktig svar C: 2 % D: 37 % E: 7 % Blank: 5 %</p>	

Oppgaven ble tilskrevet kategori *Resonnering* ikke fordi den er vanskelig å regne, men fordi nødvendige data ikke er oppgitt eksplisitt. Betegnelse ”et vanlig klasserom” er faktisk data som elevene må bruke for å løse oppgaven. Den inkluderer både volum, temperatur og trykk, som skal settes inn i den oppgitte formelen til tilstandslikningen for å finne svaret. Selv om det er bare en formel som skal brukes en gang for å finne svaret i oppgaven, er den ikke klassifisert som *Ett trinns anvendelse/resonnering*, nettopp fordi alle data ikke er oppgitt direkte.

Svarprosent i denne oppgaven er identisk med gjennomsnittet for årene 2003 – 2009. Veldig mange elever krysset av for D, svaralternativ med samme eksponent som konstanten k . Det er vanskelig å tenke seg at det var andre grunner enn samsvar mellom eksponentene som gjorde at så mange valgte svaralternativ D. Persons r mellom D og totalskåret er negativ, lik -0,15, noe som viser til at det var heller svake enn sterke elever som valgte D til sitt svar.

Når man spør om å finne estimat, forventer man ikke nøyaktig svar. Distraktorne i oppgaven opererer med tall som er minst ti tusen ganger forskjellige fra det riktige svaret, noe som gir veldig stor rom for estimatet for størrelse av et klasserom. Hvis elevene for eksempel glemmer å sette inn temperatur i Kelvin- og bruker Celsius-skala i stedet, får de svar som er

bare 10 ganger større enn B. Å finne riktig verdi for trykk (ca 10^5 Pa) var kanskje det mest utfordrende, fordi dette ikke er eksplisitt oppgitt i formelsamlingen. Det som er derimot oppgitt, er omregning mellom enhetene pascal og atmosfære. Nesten hver annen elev klarte å finne ut at i et vanlig klasserom er trykket tilnærmet lik én atmosfære. Et vanlig klasserom har volum på størrelsesorden av 10^2 m³, og beregningen er ikke komplisert.

På grunn av gode marginer i svaralternativene, god svarprosent og ikke alt for lav Persons r , kan vi si at oppgaven fungerer som middels vanskelig testoppgave.

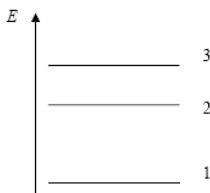
År 2007 Oppgave 1	<i>Mekanikk</i>
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,45$	<i>Resonnering</i>
<p>En grankongle og en eikenøtt faller i samme øyeblikk mot jorden. Startfart er 0 og vi ser bort fra luftmotstand. Grankonglen starter i en høyde over bakken som er 3 ganger så høy som eikenøttens starthøyde. Anta grankonglen bruker tiden T på å nå bakken. Hvor lang tid bruker eikenøtten på å nå bakken uttrykt ved T?</p> <p>A. $T/3$ B. $T/\sqrt{3}$ C. $T\sqrt{3}$ D. $3T$</p>	
<p>Svarfordeling: A: 27 % B: 48 % - riktig svar C: 19 % D: 5 % Blank: 1 %</p>	

Fra svarprosenten og korrelasjonen med totalskåret ser vi at det var en middelvanskelig og god oppgave. Oppgaven behandler fritt fall som er 2FY stoff, men stoffet er repetert i forbindelse med tema mekanikk tidlig i semesteret i tredje klasse.

Oppgaven handler om to legemer som begynner å falle fritt samtidig, men fra forskjellige høyder. Legemet som faller fra høyere nivå bruker tiden T på å nå bakken. Nesten hver fjerde elev krysset av for enten alternativ C eller D. Begge alternativene viser til at legemet som faller fra lavere høyde vil bruke lengre tid på fallet, altså når bakken senere enn legemet som starter høyere opp. Igjen kan vi spørre her om elevene tenkte over hva var den fysiske betydningen av svarene, før de krysset dem av. Det er mulig at det snek seg inn en

matematisk feil som resulterte i at noen kom opp med svaret $T\sqrt{3}$, men tolking av dette svaret ville avdekke eksistensen av en feil og gjøre at de ikke ville krysset av for alternativ C. Korrelasjonskoeffisienten mellom svarealternativ og totalskår er $r = -0,03$ for C og $r = -0,36$ for A, noe som viser at flinke elever valgte alternativ C i større grad enn alternativ A. I distraktor A faller i hvert fall legeme som er nærmest bakken, fortest.

Løsning av oppgaven krever omgjøring og tilpassing av formel for tilbakelagt distanse i bevegelse med konstant akselerasjon og null startfart, $s = \frac{1}{2}at^2$. Ifølge formelen vil tredobling av fallhøyden (distansen) krever at tiden blir $\sqrt{3}T$. Elevene som klarte å sette opp likning og gjorde utregninger, kunne lett komme til at det må være $\sqrt{3}$ og ikke tallet 3 i svaret. På en måte betyr det å velge alternativ C at man er kommet langt i oppgaven, men at man gjorde en liten feil helt til slutt. Samtidig betyr valget av C at man utelot tolkning av resultatet. Oppgaven viser tydelig at fysikk er både regning og tolkning av svaret.

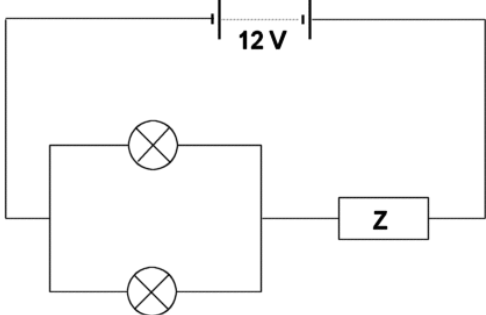
År 2007 Oppgave 3	Atom- og kjernefysikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,43$	Anvendelse
<p>Figuren under viser noen energinivåer til et bestemt atom. Energiforskjellen mellom nivå 1 og nivå 2 er dobbelt så stor som mellom 2 og 3. Når et elektron går fra nivå 3 til nivå 2, sendes det ut et foton med bølgelengden λ.</p>  <p>Hvilke andre bølgelengder kan vi få ved overganger mellom de tre energinivåene?</p> <p>A. Bare $\frac{\lambda}{2}$ B. $\frac{\lambda}{2}$ og $\frac{\lambda}{3}$ C. Bare 2λ D. 2λ og 3λ</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 4 % B: 30 % - riktig svar C: 10 % D: 55 % Blank: 1 %</p>	

Energinivåene i et atom var også tema i oppgave 2 fra år 2003, men det var dobbelt så mange elever da som klarte å løse oppgaven. Kunnskapsløftet K06 ble innført i 2006, men først i 2008 kom elevene som gikk etter den nye lærerplanen til olympiaden. Lærerplanskiftet kan derfor ikke brukes til forklaring av nedgangen i antallet riktige svar.

Det var få elever (14 %) som antok at det er bare to mulige overganger mellom energinivåene i oppgaven, og det er bra. Dessverre var det bare 30 % som svarte riktig. Korrelasjonskoeffisienten tyder på at det var flinke elever som i ganske stor grad fikk til denne oppgaven. Korrelasjonskoeffisient mellom alternativ D og totalskår er $r = -0,26$, en av de høyeste r -ene mellom galt svar og totalskåret for flervalgsoppgaver fra årene 2003 – 2009, og viser at det var svake elever som hovedsakelig ble fristet av D.

Oppgaven fikk tildelt kategori *Anvendelse* fordi løsning krever bruk av bare to formler, den ene kommer fra Bohrs andre postulat ($\Delta E = hf$), og den andre binder sammen frekvens, bølgelengde og lysets hastighet i vakuum ($c = f\lambda$).

En mulig forklaring på den høye svarprosenten på alternativ D kan være at oppgaven spør om bølgelengde, en størrelse som har med avstand å gjøre, mens samtidig viser tegningen i oppgaven linjer som er plassert i avstand indikert i alternativ D. Hvis avstand mellom linjene 2 og 3 var λ , ville avstanden mellom linjene 1 og 2 vært 2λ og mellom 1 og 3, 3λ . Bølgelengde defineres som avstand mellom bølgetopper, og tegningen viser ”avstand” mellom energinivåer. Det at såpass mange elever krysset av for D kan være forårsaket av mangelfull forståelse av begreper energinivå og energiforskjell, samt av problemer med å forholde seg til to representasjonsformer av disse.

År 2007 Oppgave 6	<i>Elektrisitet</i>
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,40$	<i>Resonnering</i>
<p>Hver av de to lampene i parallellkoplingen i kretsen nedenfor har resistansen R og lyser normalt når de får en spenning på 6 V. I serie med lampene er det koplet inn en motstand Z.</p>  <p>Dersom lampene skal lyse normalt, må resistansen i Z være</p> <p>A. $\frac{R}{2}$ B. R C. $2R$ D. null</p>	
<p>Svarfordeling: A: 35 % - riktig svar B: 19 % C: 22 % D: 22 % Blank: 2 %</p>	

Dette er eneste oppgave som fikk tilskrevet to kategorier fra *Matematisk dimensjon: Manipulasjon, regneferdigheter og algebra* og *Resonnering/anvendelse uten algebra*. Dette fordi det er to måter å løse oppgaven på, enten ved resonnering eller ved å sette opp og regne ut ligninger.

Velger man Resonnering, tenker man følgende: Kretsen består av parallellkoplede lyspærer, som er igjen koblet i serie med en ukjent motstander Z og en 12 V spenningskilde. Lyspærene trenger 6 V for å lyse normalt, som er halvparten av spenningen til spenningskilden. Siden spenningsfallene adderes i seriekobling, må spenningen på Z være også 6 V. Samme

spenningsfall krever samme resistans, ergo må resistansen til Z være lik resistansen til de parallellkoplete lyspærene, som er $R/2$. Svaralternativ A er derfor riktig.

Velger man *Manipulasjon*, regner man først resultantresistansen til de parallellkoblede lampene ($R/2$). Videre setter man opp 2. Kirchhoffs lov for hele kretsen ($12\text{ V} = IZ + IR/2$) samt Ohms lov for lampene i kretsen (da går strøm $I/2$ gjennom dem) når de lyser normalt ($6\text{ V} = RI/2$). Løser man den siste ligningen for I og setter det inn i likningen for 2. Kirchhoffs lov, finner man at $Z = R/2$.

Bare 35 % av elevene fikk til denne oppgaven, noe som viser at oppgaven er vanskelig. Fra ganske høy verdi av Persons r kan vi lese at det var flinke elever som stort sett fikk til denne oppgaven. Svarene fordelte seg ellers ganske jevnt mellom de resterende svaralternativene. Det er mulig å regne seg til alternativ D hvis man forveksler parallell- med seriekobling av lamper, fordi da er resultantresistansen til lampene $2R$, og Z må være null. Regner man feilaktig resultantresistansen til å være R , får man også at Z blir R , og på den måten er det alternativ B som virker riktig. Hvordan regnet elevene seg til at $Z = 2R$ er derimot vanskelig å forstå. C er eksempel på en distraktor uten mening, slik som distraktorer kan være i testoppgavene.

År 2007 Oppgave 8	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,11$	Resonnering
<p>Hvis Jorda hadde hatt lik stor masse som Sola, hva ville omløpstiden T blitt da? (T_J er Jordas virkelige omløpstid)</p> <p>A. $T = T_J$ B. $T = 2T_J$ C. $T = \frac{T_J}{2}$ D. $T = \frac{T_J}{\sqrt{2}}$</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 56 % B: 10 % C: 12 % D: 19 % - riktig svar Blank: 3 %</p>	

Dette er en oppgave som veldig få elever fikk til. I tillegg er korrelasjonskoeffisienten veldig lav, faktisk den svakeste fra alle oppgaver som er diskutert i denne masteroppgaven. Det er også et galt svaralternativ som er det mest valgte svaret. Med andre ord skiller denne oppgaven seg tydelig ut.

Oppgaveteksten består ikke av tall, bare tekst. Svaralternativene derimot er oppgitt i form av tall, noe som gjør at oversettelse til matematikk er mer vanskelig enn i tilfeller hvor tall - eller i hvert fall symboler til fysiske størrelser - er oppgitt. Vi har nevnt tidligere at slik oversettelse skaper problemer for elevene.

En annen vanskelighet ligger i selve problemstillingen. I likhet med oppgave 6 fra 2004 behandler denne oppgaven et tema som ligger utenfor pensum i fysikk, nemlig massesenter. I fysikktimene gjennomgås det systemer hvor et lett legeme går i bane rundt et massivt legeme (for eksempel jorden som går i bane rundt solen). I slike tilfeller ligger massesenteret for systemet veldig nær senteret av det store legemet. Avstanden mellom legemene er da med god tilnærming lik baneradiusen til det lette legemet. I denne oppgaven er det annerledes. Her er det to like tunge legemer som går i bane rundt et felles massesenter. Dette massesenteret ligger midt i mellom legemene, noe som gjør at baneradiusen er halvparten av avstanden mellom legemene. For å løse oppgaven setter man opp en ligning, hvor den ene siden er gravitasjonskraften som virker på jorden fra solen, og den andre siden er sentripetalkraften som holder jorden i bane. I en slik likning blir jordmassen forkortet bort, siden den opptrer på begge sider av ligningen. Det eneste som skiller ligningen i oppgavens situasjon fra en likning som beskriver det virkelige tilfellet, er nettopp at baneradiusen er forskjellig fra avstanden mellom legemene. De elevene som satte opp likningen og regnet ut omløpstiden, kom fram til at alternativ A er riktig svar. Dette kan forklare den høye svarprosenten som A fikk.

Fra krysstabellen mellom totalskår og svarene på alternativene A og D (Appendiks 5) ser vi at flere gode elever krysset av for distraktor A enn for riktig alternativ D. Dette tatt i betraktning, må vi konstatere at det trolig var mange som valgte D ved en tilfeldighet. Denne oppgaven fungerer ikke godt, verken som testoppgave eller som diagnostisk oppgave, hovedsakelig fordi oppgaven omhandler et tema utenfor pensum. Oppgaven kunne kanskje passe i andre runde av olympiaden, som utfordring til flinke elever som kan se utover begrensninger.

År 2008 Oppgave 1	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,43$	Anvendelse
<p>Vi har to stjerner A og B. Radian til stjerne A er dobbelt så stor som radian til B. Overflatetemperaturen til A er dobbelt så stor som overflatetemperaturen til B. Forholdet $\frac{P_A}{P_B}$ mellom den totale utstrålte energien for A og B er da lik</p> <p>A. 4 B. 8 C. 16 D. 32 E. 64</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 30 % B: 28 % C: 19 % D: 8 % E: 13 % - riktig svar Blank: 2 %</p>	

Igjen er dette en veldig spesiell oppgave, fordi den kombinerer lav prosentandel riktig svar med ganske høy korrelasjonskoeffisient for det riktige svaret. Svaralternativene er designet slik at det riktige svaret er størst av alle oppgitte svar, noe som kunne bidra til at elevene som gjettest, ikke valgte alternativ E. Dette i tillegg til en høy verdi av r teller positivt for oppgaven. Svarprosenten er altfor lav for at oppgaven kunne fungere bra som en testoppgave.

Oppgaven handler om termisk stråling (varmestråling), et tema som ikke var tilstedeværende i Fysikkolympiaden før, fordi temaet var pensum i 3FY og var plassert i slutten av begge bøkene. I 2008 kom for første gang elever som ble undervist etter lærerplanskiftet, og derfor tok Fysikk 1 og 2. Termisk stråling er pensum i Fysikk 1, og dette gjorde mulig å bruke en slik oppgave i første runde av Fysikkolympiaden. Begge Fysikk 1 - bøkene plasserer termisk stråling i andre semester, så de fleste elevene gjennomgikk stoffet rundt et halvt år før olympiaden.

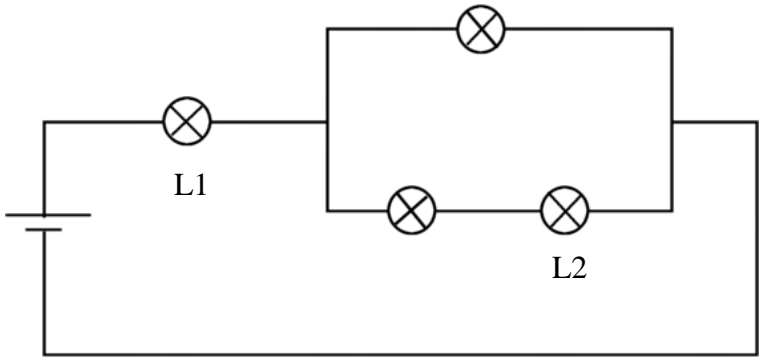
For å løse oppgaven måtte elevene sette opp Stefan-Boltzman lov ($P = \sigma AT^4$) for begge stjerner, samt sette inn uttrykk for stjernens overflate ($A = 4\pi r^2$). Videre var det bare å regne

ut forholdet mellom de totale utstrålte effekter for begge stjerner. Regnemessig skiller oppgaven seg ikke ut som vanskelig. Oppgaver som krever mer regning fikk bedre skår enn denne oppgaven. Selv om Stefan-Boltzman loven ikke er eksplisitt nevnt i oppgaveteksten, har ikke elevene lært så mange andre lover som handler om stråling, og som de kunne tenke å bruke i løsningen. Videre er både radien og overflatetemperaturen for stjerne A dobbelt så store som for stjerne B. Dobbelt så stor radius gir 4 ganger så stor overflate, mens dobbelt så stor temperatur gir 16 ganger så stort T^4 -ledd, noe som gir at utstålt effekt fra stjerne A må være $4 \cdot 16 = 64$ større enn for stjerne B. Situasjon hvor begge parametere øker kan tenkes å være lettere enn situasjonen hvor det ene parameter øker mens andre avtar. Oppsummeringsmessig kan jeg si at det er ikke lett å finne grunner til at så få elever fikk til denne oppgaven.

År 2008 Oppgave 2	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,44$	Anvendelse
<p>For hver gang en syklist trækker pedalene rundt en gang, gjør syklisten et arbeid på 200 J på pedalene og sykkelen beveger seg en strekning på 5 m. Samlet masse for sykkel og syklist er 100 kg. Akselerasjonen er da</p> <p>A. 0,10 m/s² B. 0,25 m/s² C. 0,40 m/s² D. 0,80 m/s² E. 1,25 m/s²</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 5 % B: 10 % C: 77 % - riktig svar D: 4 % E: 3 % Blank: 1 %</p>	

Over tre fjerdedeler av elevene fikk til denne oppgaven. Samtidig ligger riktig verdi av akselerasjonen midt mellom uriktige verdier, noe som kunne bidra til at C ble hyppigere valgt i tilfeldig gjetting. Persons r viser derimot at det er god sammenheng mellom riktig svar på denne oppgaven og totalskåret, slik at det var gode elever som fikk til denne oppgaven.

Selve oppgaven dreier seg om delen i mekanikk som er pensum i Fysikk 1. Temaet er repetert i begynnelsen av *Ergo*-boken men ikke i *RST*. Man kan lure på om det var forskjell i skår på denne oppgaven mellom elevene som får undervisning etter *Ergo* i forhold til *RST*. For å løse oppgaven må elevene sette uttrykk for kraft fra 2. Newtons lov inn i uttrykket for arbeid, for å så regne ut akselerasjon. Det er ikke mange formler som skal brukes, men oppgaveteksten må oversettes til matematisk språk. Samtidig er mesteparten av informasjonen oppgitt eksplisitt, noe som kan bidra til at såpass mange fikk til denne oppgaven. Det som ikke er gitt eksplisitt er vinkelen α mellom kraften og forskyvningen ($W = Fs \cos \alpha$), men siden vinkelen er lik 0, og følgelig er $\cos \alpha = 1$, bidro dette trolig ikke til å gjøre oppgaven vanskeligere. Det er mulig at flere elever brukte en formel for arbeid i løsningen i tilfellet null vinkel, enten det var bevisst eller ikke.

År 2008 Oppgave 3	<i>Elektrisitet</i>
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,40$	<i>Resonnering</i>
 <p>Figuren viser en krets med fire like lamper. Spenningskilden gir en konstant polspenning. Effekten i L1 er P. Hva er effekten i L2 i forhold til P?</p> <p>A. 1 B. 2 C. $\frac{1}{2}$ D. $\frac{1}{3}$ E. $\frac{1}{9}$</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 8 % B: 4 % C: 44 % D: 32 % E: 11 % - riktig svar Blank: 1 %</p>	

Denne oppgaven fikk lavest skår fra alle flervalgsoppgaver i årene 2003 – 2009. 11 % er til og med mindre enn prosentandel som man kan forvente ved blind avkryssing, som her er 20 %. Oppgave 1 fra samme år fikk veldig lik svarprosent og korrelasjonskoeffisient. Både alternativ C og D ble avkrysset av flere enn det riktige svaret E. Persons r viser at det var flinke elever som i ganske stor grad fikk til denne oppgaven. Det mest valgte svaralternativet C korrelerer negativt med totalskåret med $r = -0,16$, mens korrelasjonskoeffisienten mellom D og totalskåret er $r = -0,07$. Begge koeffisientene viser til at svak samvariasjon, slik at det var både sterke og svake elever som krysset av for både alternativ C og D.

Formelen for effekt utviklet over en kretskomponent er $P = UI$, og kan hentes fra formelsamlingen. Kombinerer man formelen med Ohms lov, får man at $P = I^2R$. Alle lampene i kretsen er identiske, ergo har de samme resistans, R . For å bruke formel $P = I^2R$ må man kjenne strømmene gjennom lampene. Definerer man hovedstrømmen i kretsen, strømmen som går også gjennom L1, som I_1 , kan man ut fra Kirchhoffs 1. lov og Ohms lov regne at strømmen som går gjennom L2 er en tredjedel av I_1 . Siden effekt er proporsjonal med kvadratet av strømmen, er effekten i L2 en niendedel av effekten i L1.

De aller fleste elevene forstod sannsynligvis at effekten utviklet i lampe L2 er mindre enn i lampe L1 (87 % av elevene krysset av for enten C, D eller E). Det er mulig at elevene resonerte seg til et slikt svar ved å bruke uttrykk $P = I^2R$, og se at strømmen som går gjennom lampen L1 er større enn strømmen gjennom L2, siden L1 ligger utenfor forgreningspunktet.

Elevene som brukte uttrykk $P = I^2R$ og regnet strømmen i L2 riktig, kunne fortsatt komme til alternativ D hvis de glemte å kvadrere $1/3$ når de regnet effekt i L2.

Distraktor C derimot, det mest valgte svaralternativet, representerer ikke et resultat som man kan regne seg til. Der er mulig at distraktoren kunne kobles til en type alternativ forestilling hos elever. Det at effekten i L2 er halvert i forhold til effekten i L1, kan komme fra tenkning at etter L1 deler strømmen seg i to ledninger, eller at det er to lamper i denne delen av kretsen hvor L2 er montert.

År 2008 Oppgave 4	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,40$	Resonnering
<p>En bil starter fra ro akkurat i det en syklist med farten v passerer bilen. Bilens akselerasjon er a. Hva blir det største forspranget syklisten får i forhold til bilen?</p> <p>A. $\frac{v^2}{2a}$ B. $\frac{v^2}{a}$ C. $\frac{2v^2}{a}$ D. $\frac{v}{\sqrt{a}}$ E. $\frac{2v}{\sqrt{a}}$</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 50 % - riktig svar B: 18 % C: 13 % D: 9 % E: 6 % Blank: 4 %</p>	

Løsning av oppgaven krever kjennskap til grunnleggende mekanikk fra Fysikk 1 kombinert med matematiske ferdigheter knyttet til derivering. Dette er den første oppgaven blant de som er analysert her som krever kjennskap til derivasjon. I oppgaven er det en sykkel som er i bevegelse med konstant fart og en bil som akselererer. Elevene må forstå forskjellen mellom bevegelsene og bruke riktige formler for tilbakelagt distanse i begge, for å så lage uttrykk for syklistens forsprang. Sistnevnte formel skal så deriveres med hensyn på tid for å finne uttrykk for den tiden da forspranget var størst. Dette uttrykket skal settes igjen i uttrykket for syklistens forsprang, og gir at det største forspranget som syklisten får i forhold til bilen er $\frac{v^2}{2a}$. Med andre ord virker det som om det er ganske mye regning som trengs for å løse oppgaven. Tross dette klarte halvparten av elevene å krysse av for det riktige svaret. Verdi av Persons r kan vi tolke at det stort sett var gode elever som var blant den halvparten som fikk til oppgaven.

Få elever krysset av for enten D eller E. Utrykkene for det største forspranget som er oppgitt ved disse svaralternativene er skrevet slik at deres enhet er \sqrt{m} . Det er mulig at de fleste elevene sjekket enhetene i svaralternativene og derfor valgte bort både D og E.

Meter er enheten i svaralternativene B og C. Svaralternativene B og C er ganske lik det riktige svaret, forskjellen ligger bare i tallet 2 som er feilplassert eller uteblitt i brøken. Dette gjør at tolkning av svaret ikke gir mulighet til å finne feilen, siden de uriktige svaralternativene inneholder riktige fysiske størrelser plassert på riktige steder i brøken. Man kunne si at dette svekker verdien av oppgaven som diagnostisk oppgave, men samtidig er det ikke mulig å finne uttrykk for avstand som inneholder bare v , a og tall, har enhet meter og ikke ligner på det riktige svaret.

Fra analysen av oppgaven ville jeg si at oppgaven ikke er lett, men svarprosenten viser at oppgaven var litt lettere enn andre flervalgsoppgaver i Fysikkolympiaden. En mulig forklaring er at elevene gjenkjente formelen for slutfart i tilfellet null startfart, nemlig $v^2 = 2as$. Omgjøring av formelen er det riktige svaret i denne oppgaven, selv om formelen består av syklistens fart og bilens akselerasjon.

År 2009 Oppgave 2	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,45$	Anvendelse
<p>Et metallstykke med temperaturen 20 °C varmes opp slik at den indre energien doubles. Hva blir temperaturen?</p> <p>A. 20 °C B. 40 °C C. 313 °C D. 400 °C E. 586 °C</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 3 % B: 31 % C: 31 % - riktig svar D: 21 % E: 10 % Blank: 4 %</p>	

Oppgaven handler om stoff fra Fysikk 1, termofysikk. For å løse oppgaven, nemlig å finne temperaturen når legemets indre energi doubles, må elevene vite hvordan den indre energien henger sammen med legemets temperatur, samt kunne overgangen mellom Celsius- og Kelvin-temperaturskalaer. Sistnevnte kunne elevene hente fra formelsamlingen, men viten om at temperatur er proporsjonell med indre energi måtte de kunne selv.

Oppgaveløsningen krever at man omgjør temperaturen til Kelvin-skala, doubler den, og så omgjør resultatet tilbake til Celsius-skala. Selve matematikken er ikke vanskelig, og det er regning med tall og ikke med bokstaver som kunne gjøre oppgaven til en lett oppgave. Slik ble det ikke. Bare cirka en tredjedel av elevene klarte oppgaven, mens over halvparten ble fristet av distraktorene B og D. Elevene som visste at dobling av indre energi i et legeme fører til dobling av legemets temperatur, men glemte at slik dobling gjelder kun for temperatur i Kelvin-skala, kunne fort krysse av for B. Fra svarfordelingen ser vi at det var mange som gikk for en slik løsningsmetode. Svaralternativ D ble avkrysset av hver femte elev. Man kommer til dette svaret ved å kvadrere temperaturen som er oppgitt i oppgaven. Hvorfor kvadrere temperaturen? Det er mange ting som opphøyes i andre potens i fysikk, og siden kvadratet av temperaturen er oppgitt, så kanskje det stemmer? Vi vet ikke hvordan elevene tenkte, men ovenfor nevnte tankemåte er en mulig forklaring på det relativt store antallet svar som distraktor D fikk. Persons r mellom alternativ B og totalskåret er -0,16, og mellom alternativ D og totalskåret er -0,22. Det er liten forskjell mellom koeffisientene, men forststatt indikerer forskjellen at svake elever valgte D i litt større grad enn B. Persons r mellom det riktige svaret og totalskåret viser at flinke elever fikk til denne oppgaven i ganske stor grad. Oppgaven kan sies å være en god og vanskelig testoppgave. Samtidig er oppgaven god som diagnostisk oppgave, fordi den viser at en del elever har problemer med å skille Kelvin- fra Celsius-skala.

År 2009 Oppgave 4	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,39$	Anvendelse
<p>I en lyspære er temperaturen i glødetråden 70 °C. Hva blir temperaturen i glødetråden dersom vi dobler effekten til pæra?</p> <p>A. 135 °C B. 140 °C C. 145 °C D. 150 °C</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 17 % - riktig svar B: 66 % C: 7 % D: 6 % Blank: 4 %</p>	

Oppgaven ligner veldig på forrige oppgave i samme sett. Den tilhører samme kategori, har lignende korrelasjonskoeffisient mellom riktig svar og totalskåret, samt dreier seg om hva skjer med temperaturen til et legeme når en annen fysisk størrelse dobles. Også her får distraktor som viser til dobling av temperatur høy skår. Det som skiller denne oppgaven fra den forrige er at svarprosenten er halvert, og samtidig er prosentandelen av elevene som valgte svaralternativet som viser til dobling av temperatur doblet.

Regnemessig er denne oppgaven vanskeligere enn forrige, fordi effekten er proporsjonal med temperatur opphøyd i fjerde potens, mens indre energi er proporsjonal med temperatur. Regning med direkte proporsjonalitet mellom størrelser er enklere fordi dobling av den ene størrelsen fører til dobling av den andre. Løsning av denne oppgaven krever bruk av Stefan-Boltzman loven ($P = \sigma AT^4$), og i dette tilfellet dobling av effekten medfører at temperaturen øker med $2^{\frac{1}{4}} \approx 1,19$. Også i denne oppgaven måtte elevene gjøre om temperaturen til Kelvin-skala for å gjøre beregningene.

Både i denne og i den forrige oppgaven er det oppgitt et svaralternativ med temperatur som er det dobbelte av utgangstemperaturen. Man kan spørre seg hvordan elevene ville ha svart hvis dette alternativet uteble. Er det slik at siden det dobbelte av temperaturen var oppgitt som et

svaralternativ, så ble elevene dratt mot dette enkle alternativet, istedenfor å bruke sin kunnskap? Slike enkle alternativer er noe som kan knyttes til alternative forestillinger. Får man dobbelt så mye penger kan man kjøpe seg dobbelt så mye sjokolade. Det er mange størrelser som blir doblet når utgangsstørrelsen dobles, så elevene kan utvide denne proporsjonalitetstenkningen ukritisk til andre forhold. Tenker vi slik, kan vi si at denne oppgaven avdekker misoppfatninger knyttet til nettopp proporsjonalitet. Men kan vi også si at slik oppgave forsterker misoppfatningen nettopp fordi det misoppfattede alternativet er blant svarene? Kanskje elevene ville bruke mer tid på oppgaven hvis det dobbelte av temperaturen ikke var blant svarene? Andrea A. diSessa (1993) opererer med begrepet p-prim (phenomenological primitives) når han beskriver ovenfor nevnte forestillingen. P-prim er en enkel abstraksjon fra vanlige erfaringer, som for eksempel at når man dytter sterkere på en stein så øker det resultatet. Slike abstraksjoner trenger ikke forklaring, fordi det bare skjer. Forklaring er nødvendig hvis ting ikke oppfører seg slik som forventet. Tenkning at dobling av effekten som fører til at dobling av temperatur er eksempel på en slik p-prim.

År 2009 Oppgave 5	Varme og temperatur
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,25$	Anvendelse
<p>Lyspære A og B er merket henholdsvis 6V/0,3A og 60W/230V. De er koplet i serie til en 230 V spenningskilde.</p> <p>Hva skjer?</p> <p>A. Begge pærene lyser</p> <p>B. Bare A lyser</p> <p>C. Bare B lyser</p> <p>D. Et lite lysblink i A, og så lyser verken A eller B</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 19 % - riktig svar</p> <p>B: 8 %</p> <p>C: 12 %</p> <p>D: 59 %</p> <p>Blank: 2 %</p>	

Dette er igjen en oppgave med lav svarprosent og lav korrelasjonskoeffisient. Oppgaven dreier seg om enkel elektrisk krets hvor to forskjellige lyspærer er koplet i serie og så til en

spenningskilde. Lyspærene i oppgaven er ulike og er beskrevet ved at det er oppgitt kombinasjon av to forskjellige par av variable på hver av dem (pærene er merket): spenning og strøm ved lyspære A og effekt og spenning ved lyspære B. Elevene må kunne ekstrahere informasjonen som er viktig for å løse oppgaven fra lyspærenes merking. Videre må elevene vite hva som skal til for at lyspærene lyser, slutter å lyse, eller gir et lysblink.

Oppgaven ble tilskrevet kategori *Anvendelse*, men dette var ikke noe selvfølge. Oppgaven anvender Fysikk 1- kunnskap om elektriske kretser, hvor merking av lyspærer inngår. Samtidig er dette ikke en rett fram anvendelse eller innsetting av eksplisitt oppgitte verdier inn i formlene. På grunn av sistnevnte kunne oppgaven kategoriseres som *Resonnering*. Siden verken kunnskapen eller algebraen som kreves i oppgaven er avansert, valgte jeg å tilskrive oppgaven kategori *Anvendelse*.

Hver femte elev krysset av for enten distraktor B eller C, som sier at bare én av de seriekoplede lyspærene lyser. Det kan gå strøm gjennom en lyspære selv om pæren ikke lyser. Men det er også tenkelig at elevene som krysset av for B eller C ikke visste at det mulig og valgte disse distraktorene fordi de mener at strøm kan gå i kretsen når kretsen er brudd. Hvis vi spør elever eksplisitt: *kan det gå strøm i en åpen krets?* vil det mest sannsynlig være ytterst få som svarer *ja*. Er samme påstand bakt inn i et svaralternativ, er det mye lettere for elevene å være enig i påstanden. Lignende problematikk fant vi i oppgave 1 fra 2007, hvor elevene krysset av for et alternativ som indikerte at fritt fall fra høyere nivå tar mindre tid enn fra lavere.

Svaralternativ D fristet aller flest elever, samtidig som dette er det mest spektakulære svaret, med blink i den ene lyspæren og følgelig mørke i begge. Det er mulig at elevene som gikk for D, trodde at siden bare A får et blink, betyr det at strømmen nådde bare A og at det ikke var nok strøm igjen for å nå B. Er det fordi strømmen går fra pluss til minus, slik som en bil kjører fra ett til et annet sted og bensinen brukes opp under reisen? Det er flere elever som tenker på lignende måter. Angell (1996) snakker om kjent alternativ forestiling, kalt for ”strømforbruksmodell” hvor strøm er brukt opp av kretselementer etter hvert som strømmen passerer disse elementene.

År 2009 Oppgave 6	Mekanikk
Korrelasjon med totalskår: $r = 0,42$	Resonnering
<p>En person med massen m hopper ”strikkhopp” fra en bru. Den ene enden av strikken er festet til personen og den andre er festet til brua. Strikken har lengden L når den ikke er strukket. Vi antar at forlengelsen av strikken er proporsjonal med strekkraften og proporsjonalitetskonstanten er k.</p> <p>Den største farten v som personen får under hoppet er</p> <p>A. $v = \sqrt{2gL + \frac{mg^2}{k}}$</p> <p>B. $v = \sqrt{2gL}$</p> <p>C. $v = g\sqrt{\frac{m}{k}}$</p> <p>D. $v = \frac{mgL}{2k}$</p> <p>Sett en ring rundt svaret du mener er riktig.</p>	
<p>Svarfordeling:</p> <p>A: 45 % - riktig svar</p> <p>B: 31 %</p> <p>C: 7 %</p> <p>D: 13 %</p> <p>Blank: 4 %</p>	

Oppgaven handler om mekanikk fra både andre og tredje klasse. Energibevaring i tyngdefeltet er pensum i Fysikk 1, mens potensiell energi i en elastisk fjær er pensum i Fysikk 2. I begge bøkene til Fysikk 2 er sistnevnte tema plassert blant de første kapitlene. Løsning av oppgaven krever godt kjennskap til energibevaring og til de forskjellige energiformene. Det at de fleste elevene trolig nylig har hatt om energien i en fjær og repetert bevaring av energi i tyngdefeltet kan ha bidratt til at såpass mange svarte riktig på denne oppgaven.

Det synes å være lettest å løse oppgaven energetisk, ved å sette opp en ligning hvor potensiell energi til personen på brua går over til bevegelsesenergi og til potensiell energi i strikken. En slik ligning vil inneholde fallengden x , som må erstattes av størrelser som er oppgitt i oppgaveteksten. For å få dette til, setter man uttrykk for x når farten til den fallende personen er størst, noe som skjer når trekkraften fra strikken blir lik tyngdekraften på personen. Deretter løser man ligningen for farten v og finner ut at svaralternativ A er riktig.

Løsning av oppgaven krever bruk av fem formler (tre for energi og to for kraft), algebraisk er oppgaven mer krevende enn mange andre oppgaver i olympiaden og samtidig krever oppgaven mye resonnering, siden strikkehopp består av både fritt og dempet fall. Med andre ord synes oppgaven å være veldig vanskelig, men fra andelen riktige svar kan vi ikke si at oppgaven er så vanskelig for elevene. Svarprosenten er faktisk lik gjennomsnittet fra årene 2003 – 2009. Hvorfor er det slik? Korrelasjonskoeffisienten gir oss indikasjon på at det var gode elever som i ganske stor grad fikk til denne oppgaven. Tilfeldig gjetting kan derfor ikke begrunne oppgavens høye skår. Kanskje det at elevene arbeidet med temaene i oppgaven rett før uttaksprøven til olympiaden ble gjennomført bidro til det relativt høye skåret. Vi husker fra spørreundersøkelsen til lærere (kapittel 4) at en lærer sa at mesteparten av elever ikke forbereder seg til olympiaden i det hele tatt. Hvis der er slik, vil oppgaver som egentlig er enkle få lav svarprosent hovedsakelig fordi elevene har glemt stoffet som oppgaven tester. Samtidig kan relativt vanskelige oppgaver få høye skår, hvis temaet nylig ble undervist. Vi har for lite data her for å hevde at oppgavens vanskelighetsgrad øker med tiden som gikk fra elevene gjennomgikk stoffet til de ble testet i det. Men en slik tidsaspekt ville kunne forklare noe av denne oppgavens høye svarprosent.

Svaralternativene B inneholder første del av riktig svar, mens C inneholder den siste delen. Vi kan si at de er delvis riktige, formelen i B representerer hastigheten i et fritt fall fra høyde L , mens formelen i C er den maksimale hastigheten i en fall hvor strikken er strukket i utgangspunktet. Distraktor D er en helt urimelig formel som til og med har m^2 som enhet.

Alternativ B, som oppgir hastighet i et fritt fall ved tauelengdeavstand fra toppunktet, ble avkrysset av nest flest av elevene. Vi kan tenke oss at elevene som krysset av for B blandet sammen Newtons andre og tredje lov. Først ved tauelengdeavstand fra bruen virker det en kraft på personen fra tauet. Personen har masse m , derfor virker det kraft mg på tauet fra personen. I følge tredje lov er kraft og motkraft like, ergo virker det kraft mg fra tauet på personen. Vi har to krefter som nå virker på mennesket: tyngdekraften mg nedover og kraften fra tauet, også mg men oppover. Summen av kreftene blir null, ergo blir akselerasjon lik null. Null akselerasjon gir null fartsøkning, noe som betyr at den største farten er når personen slutter å falle fritt.

6.3 Oppsummering

Vanskegraden av flervalgsoppgavene i første runde av Fysikkolympiaden varierer mye fra oppgave til oppgave. Elevene skårer i gjennomsnittet for perioden 2003 – 2009 14 prosentpoeng bedre på flervalgsoppgavene enn på hele uttaksprøver. For hvert år i denne perioden er bildet av vanskegraden det samme – flervalgsoppgavene er lettere enn hele prøven. I sammenligning med gjennomsnittlig skår fra TIMSS Advanced, er uttaksprøven til olympiadens første runde vanskeligere.

Korrelasjonskoeffisienter mellom svarprosent og totalskår ved de fleste flervalgsoppgavene viser til enten relativt sterk eller sterk samvariasjon, noe som gjør at oppgavene diskriminerer mellom gode og mindre gode elever.

Når det gjelder *Matematisk dimensjon*, skåret olympiadens deltagere dårligst på oppgaver fra kategori *Manipulasjon, Regneferdigheter og algebra*. Lignende resultat finnes det i TIMSS Advanced-undersøkelsen. I årene 2003 – 2009 tilhørte 23 av flervalgsoppgavene denne kategorien, og alle disse oppgavene ble analysert i dette kapitlet. Hovedgrunnen til å velge denne kategorien var at vi kan lære mest om elevenes forståelse fra oppgavene som skapte flest problemer for elevene.

Analysen av olympiadens flervalgsoppgaver viste at oppgavene har klar diagnostisk dimensjon. Flervalgsoppgavene har enten fire eller fem svaralternativer, og de fleste av dem er gode som diagnostiske distraktorer.

Oppgaveanalysen avslører enkelte forståelsesproblemer hos elevene, problemer som er knyttet til forskjellige emner i pensumet. Det som vi observerte i flere av oppgavene, er resultater som tyder på at elevene ikke tolker svarene de får i oppgaveløsningen, noe som går på tvers av temaene. Det ser ut som at en del av elevene ikke er i stand til å se kritisk på det svaret de får og finne ut om svaret er fysisk rimelig eller ikke. Dette til tross for at de er i stand til å løse oppgaven. Eksemplet kan være oppgave 1 fra 2007, hvor til dels gode elever krysset av for en distraktor, som forteller at fritt fall fra lavere høyde tar mer tid enn fra høyere nivå.

Analysen avslørte også at elevene kan krysse av for en distraktor som er lett å utelukke ved resonnering. Dette henger sammen med tolkningen av svaret man får fra oppgaven. Det ser ut

som elevene glemmer, eller ikke er vant med å vurdere fysisk betydning av data de er presentert for.

Matematikken skaper problemer for elevene. Dette gjelder både oversettelsen av oppgaveteksten til ligninger og tall og selve regningen. Det ser ut som regning med for eksempel proporsjonalitet ikke sitter godt hos elevene.

Ved noen av oppgavene var det vanskelig for oss å finne grunner til at oppgaven fikk lav skår. Ved noen andre oppgaver var vi overrasket over oppgavens høye skår. Dette tyder på at å si hva som er en vanskelig oppgave, er ikke enkelt. Det er ikke lett å *forutsi* og forstå alle aspektene som bidrar til at en oppgave blir vanskelig, eller lett, for elever.

7 Oppsummering og konklusjon

I de foregående kapitlene presenterte jeg resultater fra spørreundersøkelsen besvart av lærerne, kategoriserte oppgavene og analyserte elevsvarene på et utvalg av oppgaver fra Fysikkolympiaden. Dette var gjort med tanke på å belyse problemstillingene som er introdusert i innledningen. Nå vil jeg gå gjennom alle tre problemstillingene for å prøve å svare på dem eksplisitt.

Hvordan utnytter fysikklærerne Fysikkolympiaden i sin fysikkundervisning og hvordan er olympiaden organisert på skolene?

Basert på svarene i spørreskjemaet besvart av lærerne, er det mye som tyder på at Fysikkolympiaden ikke er mye utnyttet i fysikkundervisningen. De fleste lærere nyttiggjør seg ikke av olympiadens oppgaver i fysikktimene, det foregår heller ingen forberedelser til første runde på de fleste av skolene. Fysikkolympiaden er et skattkammer fylt med spennende oppgaver som dekker mange emner i fysikken, oppgaver som ifølge lærere er litt annerledes enn oppgavene fra lærebøkene. En del av lærerne uttrykte ønske om å bruke mer av sin tid på olympiaden. Slik tidsinvestering kan gi store gevinster, fordi hvis en lærer gjør seg kjent med oppgavene, kan læreren bruke dem i undervisningen, særlig som en utfordring slik at elevene tenker på nye måter.

Oppgavene kan også brukes til differensiering. Svake elever krever oppgaver tilpasset til deres nivå, og lærerne bruker ofte en del tid til å finne slike oppgaver. Det er kanskje lett å glemme at elevene som utmerker seg i faget, det vil si elevene som ikke har problemer med å løse lærebokoppgaver også trenger tilpasning. I forhold til de flinke elevene er lærernes rolle å finne oppgaver som stimulerer og utfordrer. Fysikkolympiaden kan hjelpe lærerne med dette oppdraget, fordi olympiadens oppgaver spenner over bredt spekter av vanskegrader, er annerledes og ofte krever at elevene tenker på nye måter. De mest krevende oppgavene finner man blant settene fra andre og tredje runde.

Det er forskjellige måter å nærme seg Fysikkolympiaden på skolene. Dette gjelder både forberedelser, gjennomføring av uttaksprøvene og hedring av vinnerne. En del skoler prøver å vie noe oppmerksomhet til Fysikkolympiaden ved å gjøre stas på elevene som gjorde det bra i olympiaden. Dette skjer ikke så veldig mye i forbindelse med de beste i første runde. Fra

skolenes nettsider vet vi at elevene som går til tredje runde, og særlig de som drar til den internasjonale finalen, blir omtalt i lokalavisene, og de blir beåret på andre måter.

Hvilken effekt kan Fysikkolympiaden ha for å stimulere og motivere for fysikkfaget?

For å svare på dette spørsmålet er det fordel å definere grupper av de som olympiaden kan ha stimulerende og motiverende effekt på. Det er elevene som er hovedfokuset i olympiaden, men hvis olympiaden bidrar til at lærere blir mer motiverte, vil det lett kunne smitte på elevene. Elever som er motiverte for fysikk kan med større sannsynlighet velge naturvitenskapelig karriere. I kapittel 2.2.3 presenterte vi noen forskningsresultater som viser stor behov i framtiden, både i Norge og internasjonalt, for spesialtister innenfor naturvitenskapen. Derfor er arbeidet med å stimulere elever til fysikkfaget et viktig arbeid som kan bidra til å skaffe flere spesialister på området i framtiden.

Da spørreskjemaet besvart av lærerne ble analysert, fant vi at det ikke er noe særlig entusiasme for olympiaden blant lærerne. De utnytter ikke det potensialet som arrangementet representerer. Som eksempel kan vi nevne at forberedelser til olympiaden gir en mulighet til å repetere pensumet fra Fysikk 1. Deler av pensum i Fysikk 2 bygger videre på kunnskaper lært i Fysikk 1. Fra analyser i kapittel 6 vet vi at de fleste av flervalgsoppgavene har tydelig diagnostisk dimensjon i seg. Dette gir anledning til å bruke disse oppgavene til å få vite hvor mye elevene kan om et gitt emne fra før, samtidig som man introduserer elevene til olympiaden.

Fysikkolympiaden er også en konkurranse hvor vinnere skal kåres. Det å konkurrere kan i seg selv være en sosial hendelse, og olympiaden gir mulighet til å bringe det sosiale aspektet inn i klasserommet, noe som igjen kan danne grunn for diskusjoner. Som nevnt tidligere skiller olympiadens oppgaver seg fra lærebokoppgavene, både i form av innhold og format (flervalgsoppgaver). Det kan hjelpe å vise fysikk fra et nytt perspektiv, og dette kan gi utgangspunkt for diskusjoner. I flervalgsoppgavene er det mulig å be elevene begrunne sine valg av svaralternativer og på denne måten starte en meningsutveksling. Olympiadens oppgaver spør ofte om konsekvens av dobling eller halvering av en størrelse; svarprosenten viste at elevene har problemer med slike analyser. Drøfting av denne type oppgaver kan utfordre og engasjere elever og være en base for å starte diskusjon. Det å ”snakke fysikk” er en viktig ingrediens i læring av fysikk (Mortimer & Scott, 2003). Når elevene snakker i faget,

får de mulighet til å prøve ut sine ideer og tanker om fysikk på det sosiale planet (Intermental plane) før de gjør disse tankene til sine egne (Intramental plane).

Gjennomsnittlig svarprosent i Fysikkolympiaden i årene 2003 – 2009 er 31 %. Dette betyr at ganske mange av elevene skårer mindre enn 31 %. Samtidig er kunnskapene og ferdighetene til olympiadens deltagere sannsynligvis over gjennomsnittet for alle tredjeklassinger som tar Fysikk 2. På grunn av dette finnes det en del elever som til tross for gode karakterer i fysikk, får lav skår på Fysikkolympiaden. Slik negativ tilbakemelding på elevenes ytelse kan, ifølge motivasjonsteorier nevnt i kapittel 2.2.1, resultere i at motivasjonen til fysikkfaget vil minke. Siden olympiadens mål er å stimulere skoleelever til å fortsette å arbeidet med faget, er den mulige konsekvensen av at olympiaden hemmer motivasjonen veldig uheldig.

I de tilfellene elevene gjør det bra på uttaksprøven til første runde, vil olympiaden ganske sikkert ha motiverende effekt. Høyt skår i Fysikkolympiaden er en belønning i form av positiv tilbakemelding på at man kan løse vanskelige oppgaver, oppgaver som skiller seg fra de i læreboken. Elevene som gjør det bra på uttaksprøven vil få bekreftet at de mestrer faget sitt, noe som kan føre til at den indre motivasjonen for fysikkfaget vil øke.

Hva kan en analyse av flervalgsoppgaver i Fysikkolympiaden si oss om olympiadedeltagernes forståelse og kunnskaper i fysikk?

Da vi analyserte elevskårene på oppgavene fra kategorier i *Matematisk dimensjon*, og vi sammenlignet dem med resultater fra TIMSS Advanced, fant vi at samme type oppgaver som var vanskelige for olympiadens deltagere var vanskelige for Fysikk 2-elever generelt i Norge. Dette tyder på at selv om olympiadens deltagere er litt flinkere enn de vanlige fysikkelevne i gjennomsnitt, er samme type oppgaver vanskelig for dem. De har problemer med oppgaver hvor flertrinns manipulasjon med formler er involvert og er best på oppgaver med minimum av slike manipulasjoner. Det ser ut som problemer med algebra øker blant elevene. Den norske rapporten fra TIMSS Advanced (Lie, et al., 2010) dokumenterer at elever har blitt mye svakere i algebra siden 1995.

Analysen av flervalgsoppgavene ga oss mulighet til å skissere et bilde av elevenes forståelse i fysikk. Som vi skrev i kapittel 2.2.2 brukes det i fysikk et multiplum av representasjonsformer for å beskrive fenomener. Mestring av fysikk innebærer at man er i stand til å bevege seg mellom disse representasjonsformene. Det er særlig to hovedmomenter som viser seg å være

krevende for elevene. Det ene er å erkjenne at fysikk består av ulike representasjonsformer, og at det trengs flere av dem for å beskrive et fenomen. Det andre er å se sammenhengen mellom de forskjellige representasjonsformene, for eksempel det å kunne "se" fartsgrafen når man leser formel $v = gt$, og innse at begge beskriver samme fenomen, i dette tilfellet fritt fall. Vi fant ut at olympiadens deltagere ikke behersker dette fullt. Det ser ut som om elevene føler seg mer hjemme innenfor de forskjellige representasjonsformene, enn ved overgangene mellom dem. Det var særlig overgang mellom matematikk og fysisk beskrivelse hvor vi fant at flere av elevene hadde problemer. Problemene meldte seg særlig når elever skulle tolke svaret de fikk, med andre ord vurdere rimeligheten av et svar.

Til slutt vil jeg gjerne svare på selve tittelen til denne masteroppgaven

"Fysikkolympiaden: En stimulans for fysikkfaget i skolen?"

Det er vanskelig å svare *ja* eller *nei* på dette spørsmålet. Svaret vil være avhengig av konteksten. Fysikkolympiaden er ikke utnyttet slik det er mulig å gjøre. Det ligger stort potensial i olympiaden i form av selve arrangementet som retter fokus mot faget og i form av mangfold av oppgaver som kan brukes i undervisningen. Det ser ut som at olympiaden stimulerer flinke elever til å arbeide videre med realfagene, men den kan dessverre virke demotiverende på de mindre flinke elevene som skårer dårlig på uttaksprøven til Fysikkolympiadens første runde.

7.1 Anbefalinger

I kapittel 4 skrev jeg at elevene sannsynligvis ikke forbereder seg til uttaksprøver til første runde, noe som kan lede til dårlige prøveresultater som igjen kan virke demotiverende på elevene. For å stimulere til forberedelsene kunne det kanskje lages en slags øve-uttaksprøve, i hvert fall til første runde. Prøven kunne godt bestå av oppgaver fra forrige olympiader, noe som vil gjøre at en slik prøve ville være lett å lage. Alle oppgaver fra tidligere olympiader er tilgjengelig på nettet, men jeg tror at det er mer krevende for elever å velge noen oppgaver fra nettet enn å løse ett sett av oppgaver som de får fra læreren sin.

Vi fant også ut at oppgavene i første runde av olympiaden var vanskelige. Hvis uttaksprøven til første runde besto av mange lette oppgaver, med et lite innslag av noen mer krevende

oppgaver, kunne det resultere i at flere elevene fikk høyere skår, noe som igjen kunne virke oppmuntrende på elevene. De få vanskelige oppgavene ville diskriminere mellom gode elever som kan gå videre til andre runde, og resten av deltagerne. Jeg mener at de flinke elevene fortsatt vil kunne oppleve mestring, fordi de vil løse de vanskeligste av oppgavene, oppgaver som vil sørge for at uttaksprøven ikke blir triviell. Samtidig vil en gjennomsnittlig elev kunne få nok poeng og oppleve olympiaden som et interessant møte med en annen type oppgaver, oppgaver som han eller hun vil være i stand til å løse.

7.2 Forslag til videre arbeid

For å få vite mer om elevenes motivasjon til å delta i Fysikkolympiaden, samt deres utbytte av den, kan man be elevene om å uttrykke deres mening. Ved en av de kommende olympiadene kunne det lages et spørreskjema til elevene. Skjemaet kunne besvares av elevene i forbindelse med første runde.

I denne masteroppgaven ble bare flervalgsoppgavene analysert. Det kunne være en fordel, med tanke på å få mer innsikt i elevenes forståelse og kunnskaper i fysikk, å se på hvordan de løser åpne oppgaver i Fysikkolympiaden. Man kunne for eksempel be lærerne å sende et utvalg av uttaksprøvene og analysere den nøye.

Litteraturliste

- Angell, C. (1996). *Elevers fysikkforståelse: en studie basert på utvalgte fysikkoppgaver i TIMSS*. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Oslo.
- Angell, C. (2004). Exploring Students' Intuitive Ideas Based on Physics Items in TIMSS - 1995. In C. Papanastasiou (Ed.), *Proceedings of the IRC-2004 TIMSS* (Vol. 2). Nicosia: Cyprus University Press.
- Angell, C., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2003). Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!: fysikkfaget i norsk utdanning: innhold - oppfatninger - valg *Naturfagdidaktikk: perspektiver, forskning, utvikling* (pp. s. 165-198). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Angell, C., Kind, P. M., Henriksen, E. K., & Guttersrud, Ø. (2008). An empirical-mathematical modelling approach to upper secondary physics. *Physics Education*, 43(3), 256-264.
- Angell, C., Kjærnsli, M., & Lie, S. (1999). *Hva i all verden skjer i realfagene i videregående skole?* Oslo: Universitetsforlaget.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2 & 3), 105-225.
- Gaigher, E., Rogan, J. M., & Braun, M. W. H. (2007). Exploring the Development of Conceptual Understanding through Structured Problem-solving in Physics. *International Journal of Science Education*, 29(No. 9).
- Guttersrud, Ø. (2001). "Det er ikke lett å diskutere med venner som ikke vet at ting faller like fort": en fokusgruppestudie av fysikkelevers oppfatninger av fysikk i videregående skole. Ø. Guttersrud, Oslo.
- Guttersrud, Ø. (2008). *Mathematical modelling in upper secondary physics education: defining, assessing and improving physics students' mathematical modelling competency*. The Faculty, Oslo.
- Guttersrud, Ø., & Angell, C. (2002). *Fagolympiadenes finaledeltakere - hvor blir de av?* Oslo: The Institute.
- Imsen, G. (2005). *Elevers verden: innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- IPhO (2009). International Physics Olympiads Retrieved 11.03.2010, 2010, from <http://ipho.phy.ntnu.edu.tw/>
- Johannessen, A., Tufte, P. A., & Kristoffersen, L. (2006). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Abstrakt forl.
- Kunnskapsdepartementet (2006). *Et Felles løft for realfagene: strategi for styrking av realfagene 2006-2009*. [Oslo].
- Leach, J., & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Science & Education*, 12.
- Lie, S., & Angell, C. (1990). *Fysikk i videregående skole: hvem velger faget, og hvorfor?* Oslo: Senteret.
- Lie, S., Angell, C., & Rohatgi, A. (2010). *Fysikk i fitt fall?* Oslo: Unipub.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*.
- Robson, C. (1993). *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers*. Oxford: Blackwell.

- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Schreiner, C., Henriksen, E. K., Sjaastad, J., Jensen, F., & Løken, M. (2010). Vilje-con-valg: Valg og bortvalg av realfag i høyere utdanning. *KIMEN*, 2010(2).
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skolelaboratoriet, N. F. i. s. m. (2010). Fysikk-OL, from <http://www.fys.uio.no/skolelab/fysikkol/>
- Utdanningsdirektoratet (lest 23. 02. 2010). Læreplan i fysikk, from <http://www.udir.no/grep/Lareplan/?laereplanid=171745&visning=4>

Appendiks 1: Spørreskjema

Spørreskjema til lærere med elever som deltok i første runde av Fysikkolympiaden

1. Hvor ofte deltar skolens elever i Fysikkolympiaden?
 - ☐ første gang i år
 - ☐ mindre enn 2 ganger de siste 10 årene
 - ☐ mellom 3 og 6 ganger de siste 10 årene
 - ☐ mer enn 7 ganger de siste 10 årene
 - ☐ vet ikke
2. På vår skole deltok
 - ☐ hele fysikkgruppe
 - ☐ bare elever som spesielt ønsket å delta.
3. I hvor stor grad oppfordrer du elevene dine til å delta i Fysikkolympiaden?
 - ☐ liten grad
 - ☐ noen grad
 - ☐ stor grad
 - ☐ veldig stor grad
4. I hvor stor grad mener du at elevene viser interesse for deltagelse i Fysikkolympiaden?
 - ☐ liten grad
 - ☐ noen grad
 - ☐ stor grad
 - ☐ veldig stor grad
5. I hvor stor grad mener du at deltagelse i Fysikkolympiaden øker elevenes motivasjon for fysikkfaget.
 - ☐ liten grad
 - ☐ noen grad
 - ☐ stor grad
 - ☐ veldig stor grad
6. Elevene fikk informasjon om Fysikkolympiaden fra
 - ☐ sine fysikklærere
 - ☐ Fysikkolympiaden koordinator på skolen
 - ☐ oppslag
 - ☐ andre, spesifiser:
(du kan krysse av for flere)
7. Elevene forbereder seg til Fysikkolympiaden på følgende måter:
 - ☐ på egen hånd
 - ☐ enkelte elever får hjelp av lærer når de spør
 - ☐ kurs er holdt utenfor fysikktimene
 - ☐ fysikktimene er brukt til forberedelser. Hvis ja, angi antall timer:
 - ☐ andre måter, spesifiser:
(du kan krysse av for flere)

8. Ble første runde av Fysikkolympiaden avholdt i en fysikktime?
☐ ja
☐ nei
9. Elevene som fikk diplom eller gikk videre til andre runde
☐ fikk diplom da hele skolen var tilstede
☐ fikk diplom foran klassen
☐ ble nevnt på skolens nettside
☐ fikk anerkjennelse på andre måter, spesifiser:
☐ spørsmål er ikke relevant for min skole
(du kan krysse av for flere)
10. Hvordan vurderer du vanskelighetsgraden i første runde av Fysikkolympiaden?
☐ liten
☐ middels
☐ stor
☐ veldig stor
11. I hvor stor grad mener du at Fysikkolympiade oppgaver er annerledes enn oppgavene som elevene er vant med.
☐ liten grad
☐ noen grad
☐ stor grad
☐ veldig stor grad
12. Bruker du tidligere Fysikkolympiade oppgaver i undervisningen?
☐ nei
☐ ja
hvis ja:
☐ som ”nøtter”
☐ som eksempeloppgaver
☐ på prøver
☐ andre måter, spesifiser:
(du kan krysse av for flere)
13. Hvordan oppfatter du din egen arbeidsmengde knyttet til Fysikkolympiaden?
☐ liten
☐ middels
☐ stor
14. Ønsker du at dine elever skal delta i neste års Fysikkolympiaden?
☐ ja
☐ vet ikke
☐ nei, fordi:
15. Hvis du har noen andre kommentarer eller innspill til Fysikkolympiaden, kan du gjerne skrive det her:

Appendiks 2: E-post til lærere

Hei,

jeg er masterstudent ved Skolelaboratoriet på Fysisk Institutt ved Universitetet i Oslo og har Carl Angell som veileder. Masteroppgaven min vil dreie seg om Fysikkolympiaden i Norge. Som en del av oppgaven vil jeg beskrive hvordan 1. runde av Fysikkolympiaden foregår på skolene og hva som er lærernes erfaringer. I forbindelse med dette har jeg laget et spørreskjema til dere. Siden oppgaven starter i disse dager, og jeg har kun ett semesters varighet (med innlevering 31. mai), ber jeg dere å svare så snart som mulig.

Selve spørreskjemaet, som er vedlagt, er laget som skjema i Word-format, er på to sider og inneholder 15 spørsmål. Alle spørsmål, bortsett fra det siste, er avkrysning spørsmål. I noen tilfeller er det mulig å gi tillegg informasjon. Du vil ikke bruke mer enn noen få minutter til å fylle ut dette spørreskjemaet.

Bruksanvisning:

- lagre skjemaet på datamaskinen din, helst med navn "FO skolenavn".
- fyll ut skjemaet med å sette kryss i boksene ved å klikke på dem og eventuelt skriv noe der det er lagt opp til dette – ikke bruk ENTER som linjeskift, fordi dette vil endre nummerering av spørsmål
- lagre
- svar på denne e-posten og legg ved Word-filen.

Hilsen Justyna Novak

Appendiks 3 Krysstabell for oppgave 4 fra 2004

Samlet poengsum	galt svar	riktig svar	antall elever per totalskår
0	10	0	10
1	1	0	1
2	18	3	21
3	8	1	9
4	44	11	55
5	20	3	23
6	59	15	74
7	30	8	38
8	31	26	57
9	26	13	39
10	32	18	50
11	25	6	31
12	24	4	28
13	6	9	15
14	15	1	16
15	9	5	14
16	4	1	5
17	8	3	11
18	1	2	3
19	0	2	2
20	2	2	4
22	1	2	3
23	0	1	1
25	0	1	1
Total	374	137	511

Appendiks 4 Krysstabell mellom oppgave 1 og oppgave 5 fra 2004.

Oppgave 5

Oppgave 1		Andre svaralternativer	Distraktor E	Total
	Andre svaralternativer	288	83	371
	Distraktor E	109	31	140
	Total	397	114	511

Appendiks 5 Krysstabell for oppgave 8 fra 2007

samlet poengsum	riktig svar – alternativ D	galt svar – alternativ A	antall elever per totalskår
0	0	0	2
1	0	1	2
2	2	14	24
3	0	4	5
4	7	42	70
5	1	7	15
6	23	38	86
7	6	18	36
8	8	38	67
9	7	27	42
10	16	40	75
11	5	13	25
12	10	34	53
13	8	17	29
14	7	11	23
15	2	14	22
16	4	15	23
17	4	9	14
18	6	10	17
19	3	2	6
20	0	4	4
22	1	2	4
Total	120	360	644

